

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-292455

(43)Date of publication of application : 19.10.2001

-----  
(51)Int.Cl. H04N 9/07

G06T 1/00

G06T 3/40

H04N 1/48

-----  
(21)Application number : 2000-104978 (71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 06.04.2000 (72)Inventor : AOYAMA TATSUYA

-----  
(54) IMAGE PROCESSING METHOD AND UNIT, AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image processing unit that can reduce an arithmetic amount for calculating a weighting coefficient in the case of estimating a signal value at all pixel positions by applying weight summing to a signal estimate value in a prescribed direction and a direction orthogonal to the prescribed direction as to image data obtained by an image pickup device such as a single board CCD.

SOLUTION: A 1st interpolation means 11 calculates a signal value Q1 in a prescribed direction and a 2nd interpolation means 12 calculates a signal value Q2 as to a direction orthogonal to the prescribed direction. A fluctuation value calculation means 13 calculates fluctuations of the signal value at a pixel position to calculate a signal value in the prescribed direction and the direction orthogonal to the prescribed direction as

fluctuation values SA, SB. A memory 14 stores cross-references of the fluctuation values SA, SB with respect to weighting coefficients, and a weighting coefficient selection means 14 references the memory 14A to select a weighting coefficient Sj. A weight sum means 15 applies weight summing to the signals Q1, Q2 by using the selected weighting coefficient Sj to obtain R, B signals QR, QB.

-----  
LEGAL STATUS [Date of request for examination] 12.09.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the image pickup device with which the 1st to 3rd [ which has different spectral sensitivity ] optoelectric transducer has been arranged on a single side, and the image pick-up side was formed. Arrange said the 1st and said 2nd optoelectric transducer by turns in the predetermined direction, and the 1st line is formed. Arrange said the 1st and said 3rd optoelectric transducer by turns in said predetermined

direction, and the 2nd line is formed. the rectangular direction which intersects perpendicularly with said predetermined direction -- setting -- said the 1st and said 2nd optoelectric transducer -- alternation -- and so that said the 1st and said 3rd optoelectric transducer may be arranged by turns By arranging the 1st and said said 2nd line by turns in said rectangular direction It is based on the 1st to 3rd [ which was obtained in the image pickup device with which said image pick-up side which consists of the 1st to 3rd pixel was formed ] signal value. In the image-processing approach of presuming at least one signal value among the said 1st [ the ] in total pixel location to 3rd signal values The rectangular direction estimate which is the estimate of the predetermined direction estimate which is the estimate of the signal value about said predetermined direction, and the signal value about said rectangular direction is computed. The rectangular direction variation showing the amount of fluctuation of the predetermined direction variation showing the amount of fluctuation of the signal value about said predetermined direction and the signal value about said rectangular direction is computed. The ratio of said predetermined direction variation to the aggregate value of said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, or said rectangular direction variation Said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate are faced computing as a weighting multiplier at the time of carrying out weighting addition. It is based on the relation between said predetermined direction variation at the time of presupposing that said weighting multiplier is fixed, and said rectangular direction variation. The storage means which computed beforehand the correspondence relation between the predetermined direction variation to two or more weighting multipliers and the rectangular direction variation, and memorized it is referred to. Based on the weighting multiplier of 1, weighting addition of said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate is carried out. said predetermined direction variation and said rectangular direction variation -- being based -- the weighting multiplier of said two or more weighting multipliers to 1 -- choosing -- this -- The image-processing approach characterized by presuming at least one signal value among said the 1st to 3rd signal values.

[Claim 2] The image-processing approach according to claim 1 that said two or more weighting multipliers in said correspondence relation memorized by said storage means are characterized by being set up, becoming so that the ratio of said predetermined direction variation to said aggregate value or said rectangular direction variation may be set to  $1/2^n$  ( $n$  is the natural number), and performing said weighting addition by the bit shift based on said weighting multiplier of selected 1.

[Claim 3] It is the image pickup device with which the 1st to 3rd [ which has different spectral sensitivity ] optoelectric transducer has been arranged on a single side, and the image pick-up side was formed. Arrange said the 1st and said 2nd optoelectric transducer by turns in the predetermined direction, and the 1st line is formed. Arrange said the 1st and said 3rd optoelectric transducer by turns in said predetermined direction, and the 2nd line is formed. the rectangular direction which intersects perpendicularly with said predetermined direction -- setting -- said the 1st and said 2nd optoelectric transducer -- alternation -- and so that said the 1st and said 3rd optoelectric transducer may be arranged by turns By arranging the 1st and said said 2nd line by turns in said rectangular direction It is based on the 1st to 3rd [ which was obtained in the image pickup device with which said image pick-up side which consists of the 1st to 3rd pixel was formed ] signal value. In the image processing system which presumes at least one signal value among the said 1st [ the ] in total pixel location to 3rd signal values An estimate calculation means to compute the rectangular direction estimate which is the estimate of the predetermined direction estimate which is the estimate of the signal value about said predetermined direction, and the signal value about said rectangular direction, A variation calculation means to compute the rectangular direction variation showing the amount of fluctuation of the predetermined direction variation showing the amount of fluctuation of the signal value about said predetermined direction, and the signal value about said rectangular direction, The ratio of said predetermined direction variation to the aggregate value of said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, or said rectangular direction variation Said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate are faced computing as a weighting multiplier at the time of carrying out weighting addition. Based on the relation between said predetermined direction variation at the time of presupposing that said weighting multiplier is fixed, and said rectangular direction variation, the correspondence relation between the predetermined direction variation to two or more weighting multipliers and the rectangular direction variation is computed beforehand. The storage means which memorized this relation, and a weighting multiplier selection means to choose the weighting multiplier of 1 from said two or more weighting multipliers with reference to said storage means based on said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, this -- the image processing system which carries out weighting addition of said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate, and is characterized by having a weighting addition means to presume at least one signal value among said the 1st to 3rd signal values based on the

weighting multiplier of 1.

[Claim 4] It is the image processing system according to claim 3 which is set up, becomes so that the ratio of said predetermined direction variation [ as opposed to said aggregate value in said two or more weighting multipliers in said correspondence relation memorized by said storage means ] or said rectangular direction variation may be set to  $1/2n$  ( $n$  is the natural number), and is characterized by for said weighting addition means to be a means to by\_which the bit shift based on said weighting multiplier of selected 1 performs said weighting addition.

[Claim 5] It is the image pickup device with which the 1st to 3rd [ which has different spectral sensitivity ] optoelectric transducer has been arranged on a single side, and the image pick-up side was formed. Arrange said the 1st and said 2nd optoelectric transducer by turns in the predetermined direction, and the 1st line is formed. Arrange said the 1st and said 3rd optoelectric transducer by turns in said predetermined direction, and the 2nd line is formed. the rectangular direction which intersects perpendicularly with said predetermined direction -- setting -- said the 1st and said 2nd optoelectric transducer -- alternation -- and so that said the 1st and said 3rd optoelectric transducer may be arranged by turns By arranging the 1st and said said 2nd line by turns in said rectangular direction It is based on the 1st to 3rd [ which was obtained in the image pickup device with which said image pick-up side which consists of the 1st to 3rd pixel was formed ] signal value. In the record medium which recorded the program for making a computer perform the image-processing approach of presuming at least one signal value among the said 1st [ the ] in total pixel location to 3rd signal values and in which computer read is possible The procedure which computes the rectangular direction estimate which is the estimate of the predetermined direction estimate said whose program is the estimate of the signal value about said predetermined direction, and the signal value about said rectangular direction, The procedure which computes the rectangular direction variation showing the amount of fluctuation of the predetermined direction variation showing the amount of fluctuation of the signal value about said predetermined direction, and the signal value about said rectangular direction, The ratio of said predetermined direction variation to the aggregate value of said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, or said rectangular direction variation Said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate are faced computing as a weighting multiplier at the time of carrying out weighting addition. It is based on the relation between said predetermined direction variation at the time of presupposing that said weighting multiplier is fixed, and said rectangular direction variation. The storage means which

computed beforehand the correspondence relation between the predetermined direction variation to two or more weighting multipliers and the rectangular direction variation, and memorized it is referred to. The procedure which chooses the weighting multiplier of 1 from said two or more weighting multipliers based on said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, this -- the record medium which carries out weighting addition of said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate, and is characterized by having the procedure of presuming at least one signal value among said the 1st to 3rd signal values based on the weighting multiplier of 1 and in which computer read is possible.

[Claim 6] The procedure it is set up and become so that the ratio of said predetermined direction variation [ as opposed to said aggregate value in two or more of said weighting multipliers in said correspondence relation memorized by said storage means ] or said rectangular direction variation may be set to  $1/2^n$  (  $n$  is the natural number), and perform said weighting addition is the record medium which is characterized by to be the procedure in which of the bit shift based on said weighting multiplier of selected 1 performs said weighting addition and in which computer read according to claim 5 is possible.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the record medium which recorded the program for making the image processing approach and equipment list which presume the signal value in the total pixel location of an image pickup device perform the image processing approach to a computer using the signal value acquired in an image pickup device like Veneer CCD and in which computer read is possible.

[0002]

[Description of the Prior Art] What is constituted by arranging by turns the optoelectric transducer which is two or more kinds from which spectral sensitivity differs as image pickup devices, such as CCD used for a digital camera, on the same flat surface is known (Veneer CCD is called below). Here, in the case of the veneer CCD which has arranged by turns the optoelectric transducer which has spectral sensitivity in each of R,

R, G, and B, i.e., the optoelectric transducer of each channel of R, G, and B, the group of continuous R and G, and three optoelectric transducers of B channels will constitute one pixel. However, since R of each pixel, G, and B signal value cannot be acquired in the same pixel location in such a veneer CCD, a color gap and a false color may arise. Moreover, since there are few photo-electric-conversion element numbers of each channel than the total element number which constitutes Veneer CCD, the image of high resolution cannot be obtained. For example, in the veneer CCD which has arranged the optoelectric transducer of R, G, and B each channel by turns, since the photo-electric-conversion element number of each channel has only 1/3 of a total element number, resolution will be set to one third compared with the monochrome image pick-up equipment of the same element number. For this reason, although the method of calculating the signal value in the part which does not exist the optoelectric transducer of R, G, and B each channel by interpolation processing is proposed, a false color may occur in the part from which a signal value changes a lot only by only performing interpolation processing. In this case, although generating of a false color can be prevented by using an optical low pass filter for an image pick-up system, or performing data smoothing by the low pass filter to an image pick-up signal, there is a problem that resolution gets worse in this case.

[0003] Here, human being's vision property has sensibility higher than a color to brightness. For this reason, the luminance signal showing the brightness of each pixel of a RF and the chrominance signal of the low frequency obtained by the interpolation processing mentioned above and data smoothing by the low pass filter are generated from the color image pick-up signal acquired in Veneer CCD, and the approach which reconfigured the color picture signal using the luminance signal and the chrominance signal is proposed (JP,10-200906,A etc.). According to this approach, since more information will be given to a brightness component with high sensibility in human being's vision property, the color picture signal which can reproduce an image with seemingly high resolution can be acquired.

[0004] By the way, CCD which has the array structure of a honeycomb array where the pixel has been arranged in checkers as a veneer CCD as shown in drawing 30 is known (for example, JP,10-136391,A). In addition, this may be called a checkered pixel array. Moreover, CCD which has the array structure of a BEIYA array where the pixel has been arranged in the shape of a square as shown in drawing 31 is also known. In addition, this may be called a square-like pixel array. Also in the veneer CCD which has such array structure, i.e., a pixel array, the problem of a false color arises like the above. For this reason, in order to remove a false color about the signal of the quantity of light

base obtained in CCD of the BEIYA array mentioned above In a perpendicular direction or horizontal Rhine [ in / based on assumption that the ratio of the signal of r, g, and b is abbreviation regularity in the local field in an image / CCD of a BEIYA array ] By carrying out the multiplication of the ratio of r signal and  $\bar{g}$  signal in adjoining Rhine to g signal, the approach which computed r signal in the Rhine is learned (JP,9-214989,A). In the pixel array shown in drawing 32 , in order to search for the r signal r12 in g 12-pixel location, this approach specifically g11 signal in r 11-pixel location is first computed by the operation of  $(g6+g16) / 2$ , and r12 signal is computed by the operation of  $r12=g12 \times r11 / g11$  based on an assumption called  $r11:g11=r12:g12$ .

[0005] However, in the approach indicated by above-mentioned JP,10-200906,A etc., no matter it may perform data smoothing with what low pass filter to the image pick-up signal acquired in Veneer CCD, since the high frequency component in an actual image will already be turned up in an image, moire by clinch strain cannot be removed and, as a result, a false color cannot fully be removed.

[0006] On the other hand, according to the approach indicated by above-mentioned JP,9-214989,A, a false color is effectively removable. Especially this approach is based on the assumption that the ratio of the quantity of light of r:g:b is fixed, in the local field of an image, and when the ratio of the obtained RGB code is an analog signal proportional to the quantity of light, the false color in the picture signal acquired in CCD of a BEIYA array can be removed efficiently. However, since the signal value is expressed that it becomes an index number to the quantity of light, and an opposite numeric value like  $R=r/0.45$  and  $R=\log(r)$  when performing A/D conversion and changing the quantity of light rgb into a digital RGB code in order that the picture signal acquired with a digital camera may reduce a quantization error, and in order to input a signal into the video circuit of a computer system for example,  $r:g:b=R:G:B$  does not become. For this reason, although the approach indicated by above-mentioned JP,9-214989,A can remove a false color to the analog signal with which a signal value is proportional to the quantity of light, when the signal value is expressed by the index number and opposite numeric value of the quantity of light, it cannot remove a false color. Moreover, a false color is generated also not only in the veneer CCD of a BEIYA array but in the veneer CCD of a honeycomb array.

[0007] For this reason, when the signal value acquired in the image pickup device is expressed by the index number to the quantity of light, and the opposite numeric value, based on the premise that the difference of RGB each signal value is fixed in the local field of an image, the approach of computing the signal value in each pixel location is proposed in consideration of the direction where the signal value in the pixel location



which computes a signal value changes (Japanese Patent Application No. No. 212202 [ 11 to ])). Hereafter, this approach is explained concretely.

[0008] First, it considers as the honeycomb array which shows the pixel array of CCD which is an image pickup device to drawing 30 , and a reference number is given to each pixel location as shown in drawing 33 . In addition, when it is considered that this pixel array is a square array, the pixel location which does not have a signal value is shown using \* in drawing 33 . Moreover, the signal value acquired in each channel makes the direction which extends the direction which shall be 8 bits and extends at the lower right from the space upper left at the lower left from the direction of arrow-head A, and the space upper right the direction of arrow-head B, and presupposes below that the direction of arrow-head A and the direction of arrow-head B are eternal into this specification. In addition, here explains calculation of R signal (it is written as R (B24) signal below) in B 24-pixel location. First, R(B24) A signal of B 24-pixel location is searched for by the following formula (1) about the direction of arrow-head A.

[0009]

$$R(B24)A = G(B24)A + ((R(G33)A \cdot G33) + (R(G15)A \cdot G15)) / 2 \quad (1)$$

However, G(B24) A signal is a G signal of B 24-pixel location which performed and asked for 1-dimensional interpolation operations, such as a 1-dimensional Cubic spline interpolation operation, in the direction of arrow-head A from G signal in the G pixel location on Rhine where a pixel is located in a line with B02, G13, B24, and G35 --. Moreover, a pixel R(G33) A signal -- It is R signal of G 33-pixel location which performed and asked for the 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head A from R signal in the R pixel location on Rhine on a par with R22, G33, R44, and G55 --. Furthermore, R(G15) A signal is an R signal of G 15-pixel location which performed and asked for the 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head A from R signal in the R pixel location on Rhine where a pixel is located in a line with R04, G15, R26, and G37 --.

[0010] Next, R(B24) B signal of B 24-pixel location is searched for by the following formula (2) about the direction of arrow-head B.

[0011]

$$R(B24)B = G(B24)B + ((R(G13)B \cdot G13) + (R(G35)B \cdot G35)) / 2 \quad (2)$$

However, G(B24) B signal is a G signal of B 24-pixel location which performed and asked for the 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head B from G signal in the G pixel location on Rhine where a pixel is located in a line with B06, G15, B24, and G33 --. Moreover, R(G13) B signal is an R signal of G 13-pixel location which performed and asked for the 1-dimensional interpolation operation in the

direction of arrow-head B from R signal in the R pixel location on Rhine where a pixel is located in a line with R04, G13, R22, and G31 --. Furthermore, a pixel R(G35) B signal -- It is R signal of G 35-pixel location which performed and asked for the 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head B from R signal in the R pixel location on Rhine on a par with R26, G35, R44, and G53 --.

[0012] And the variations SA and SB showing the amount of fluctuation of the signal value about the direction of arrow-head A in B 24-pixel location and the direction of arrow-head B are computed by the following formula (3) and (4), and the weighting multiplier Sj for carrying out weighting addition of R(B24) A signal and the R(B24) B signal by the formula (5) using Variations SA and SB is computed further.

[0013]

$$SA = |B24 - G(B24)A| / (B24 + G(B24)A) \quad (3)$$

$$SB = |B24 - G(B24)B| / (B24 + G(B24)B) \quad (4)$$

$$Sj = SA / (SA + SB) \quad (SA + SB = 0 \text{ if } Sj = 0.5) \quad (5)$$

Thus, if the weighting multiplier Sj is called for, R (B24) signal will be computed by the following formula (6).

[0014]

$$R(B24) = (1 - Sj) * R(B24)A + Sj * R(B24)B \quad (6)$$

According to this approach, even if it is the case where the signal value acquired in the image pickup device is expressed by the index number and the opposite numeric value, the signal value in a total pixel location can be calculated, without generating a false color. Moreover, in this approach, while being able to prevent generating of a false color irrespective of the direction of a signal value change by computing the signal value in each pixel location by carrying out weighting addition of the signal value computed about the rectangular direction which intersects perpendicularly with the predetermined direction on an image pickup device, and this according to the direction where a signal value changes as shown in the above-mentioned formula (6), generating of the artifact can also be prevented.

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the approach of above-mentioned Japanese Patent Application No. No. 212202 [ 11 to ], the weighting multiplier is computed in the above-mentioned formula (5) by doing the division by the aggregate value (SA+SB) of Variation SA and Variation SB to Variation SA. Here, in the arithmetic circuit which performs various operations, when operations are only addition, subtraction, and multiplication, comparatively few arithmetic elements can constitute a circuit. However, while many arithmetic elements will be needed and the configuration

of a circuit will be complicated since an operation becomes complicated if a division is included like the above-mentioned formula (5), an operation takes long duration.

[0016] This invention is made in view of the above-mentioned situation, and it aims at offering the record medium which recorded the program for making the image-processing approach and equipment list which can ask for a weighting multiplier by simple circuitry perform the image-processing approach to a computer and in which computer read is possible.

[0017]

[Means for Solving the Problem] The image-processing approach by this invention is the image pickup device with which the 1st to 3rd [ which has different spectral sensitivity ] optoelectric transducer has been arranged on a single side, and the image pick-up side was formed. Arrange said the 1st and said 2nd optoelectric transducer by turns in the predetermined direction, and the 1st line is formed. Arrange said the 1st and said 3rd optoelectric transducer by turns in said predetermined direction, and the 2nd line is formed. the rectangular direction which intersects perpendicularly with said predetermined direction -- setting -- said the 1st and said 2nd optoelectric transducer -- alternation -- and so that said the 1st and said 3rd optoelectric transducer may be arranged by turns By arranging the 1st and said said 2nd line by turns in said rectangular direction It is based on the 1st to 3rd [ which was obtained in the image pickup device with which said image pick-up side which consists of the 1st to 3rd pixel was formed ] signal value. In the image-processing approach of presuming at least one signal value among the said 1st [ the ] in total pixel location to 3rd signal values The rectangular direction estimate which is the estimate of the predetermined direction estimate which is the estimate of the signal value about said predetermined direction, and the signal value about said rectangular direction is computed. The rectangular direction variation showing the amount of fluctuation of the predetermined direction variation showing the amount of fluctuation of the signal value about said predetermined direction and the signal value about said rectangular direction is computed. The ratio of said predetermined direction variation to the aggregate value of said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, or said rectangular direction variation Said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate are faced computing as a weighting multiplier at the time of carrying out weighting addition. It is based on the relation between said predetermined direction variation at the time of presupposing that said weighting multiplier is fixed, and said rectangular direction variation. The storage means which computed beforehand the correspondence relation between the predetermined direction

variation to two or more weighting multipliers and the rectangular direction variation, and memorized it is referred to. Based on the weighting multiplier of 1, weighting addition of said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate is carried out. said predetermined direction variation and said rectangular direction variation -- being based -- the weighting multiplier of said two or more weighting multipliers to 1 -- choosing -- this -- It is characterized by presuming at least one signal value among said the 1st to 3rd signal values.

[0018] In the veneer CCD of a honeycomb array as shown in drawing 30 , supposing it makes the 3rd signal value correspond to G, R, and B from the 1st to 3rd pixel, and the 1st signal value, respectively, here Becoming GR Rhine which has arranged GR pixel by turns in the direction of the lower right (this is made into the predetermined direction) from the drawing 30 top upper left, the 2nd line of the 1st line turns into GB Rhine which has arranged GB pixel by turns in the same direction as the 1st line. Moreover, GR Rhine and GB Rhine are arranged by turns also in the predetermined direction and the direction which intersects perpendicularly. an index number [ as opposed to the quantity of light in the signal value acquired in an image pickup device / like Veneer CCD / whose image-processing approach by this invention is ], and a logarithm -- a field local [ on an image ] when expressed by the value -- setting -- the difference of each signal value -- based on the premise that a value becomes equal, all the signal values in each pixel location are presumed from the 1st to 3rd [ which was obtained in such an image pickup device ] signal value. In addition, in this invention, the pixel array of an image pickup device is not limited to this.

[0019] The "predetermined direction estimate" and the "rectangular direction estimate" are at least one signal value among the 1st to 3rd [ which was presumed about the predetermined direction and the rectangular direction, respectively ] signal values.

[0020] It says calculating Variation SA and Variation SB as the predetermined direction variation and a rectangular direction variation by the operation approach shown in for example, the above-mentioned type (3) "which computes the predetermined direction variation and the rectangular direction variation", and (4). Moreover, Variation SA and Variation SB may be calculated as the predetermined direction variation and a rectangular direction variation by the operation approach shown in the following formula (7) and (8).

[0021]

$$SA = |B24 \cdot G(B24)A| \quad (7)$$

$$SB = |B24 \cdot G(B24)B| \quad (8)$$

In addition, in the image-processing approach by this invention, it is desirable for it to

means to compute the rectangular direction variation showing the amount of fluctuation of the predetermined direction variation showing the amount of fluctuation of the signal value about said predetermined direction, and the signal value about said rectangular direction, The ratio of said predetermined direction variation to the aggregate value of said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, or said rectangular direction variation Said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate are faced computing as a weighting multiplier at the time of carrying out weighting addition. Based on the relation between said predetermined direction variation at the time of presupposing that said weighting multiplier is fixed, and said rectangular direction variation, the correspondence relation between the predetermined direction variation to two or more weighting multipliers and the rectangular direction variation is computed beforehand. The storage means which memorized this relation, and a weighting multiplier selection means to choose the weighting multiplier of 1 from said two or more weighting multipliers with reference to said storage means based on said predetermined direction variation and said rectangular direction variation, this -- based on the weighting multiplier of 1, weighting addition of said predetermined direction estimate and said rectangular direction estimate is carried out, and it is characterized by having a weighting addition means to presume at least one signal value among said the 1st to 3rd signal values.

[0025] In addition, in the image processing system by this invention, it is set up and becomes so that the ratio of said predetermined direction variation [ as opposed to said aggregate value in said two or more weighting multipliers in said correspondence relation memorized by said storage means ] or said rectangular direction variation may be set to  $1/2^n$  ( $n$  is the natural number), and as for said weighting addition means, it is desirable that it is a means by which the bit shift based on said weighting multiplier of selected 1 performs said weighting addition.

[0026] Furthermore, in the image processing system by this invention, it is desirable that said said the 1st to 3rd optoelectric transducer is what has spectral sensitivity in one color of G, B, and R or one color of Y, G, and C, respectively.

[0027] In addition, the image processing approach by this invention may be recorded on the record medium in which computer read is possible as a program for performing a computer, and may be offered.

[0028] Moreover, image readers, such as image pick-up equipments, such as a digital camera, or a scanner, may be carried and provided with the image processing system by this invention.

[0029]

[Effect of the Invention] According to this invention, it faces computing the ratio of the predetermined direction variation to the aggregate value of the predetermined direction variation and the rectangular direction variation, or the rectangular direction variation as a weighting multiplier, the correspondence relation between the predetermined direction variation to two or more weighting multipliers and the rectangular direction variation is beforehand computed based on the relation between the predetermined direction variation at the time of presupposing that a weighting multiplier is fixed, and the rectangular direction variation, and this is memorized for the storage means. And in the pixel location which presumes a signal value, the predetermined direction variation and the rectangular direction variation are computed, the weighting multiplier of 1 is chosen with reference to the above-mentioned storage means, and it is made to perform weighting addition with the predetermined direction estimate and the rectangular direction estimate based on this weighting multiplier of 1.

[0030] When computing a weighting multiplier by the above-mentioned formula (5) and this is solved about the amount SB of fluctuation here, it is  $SB = (1 - S_j) / (S_j) * SA$ . (9)

It becomes. It is shown that the relation between Variation SA and Variation SB is that this has the fixed weighting multiplier  $S_j$  in proportionality. Therefore, correspond Variation SA with the predetermined direction variation, and Variation SB is made to correspond with the rectangular direction variation, and when the two-dimensional flat surface which makes a x axis the predetermined direction variation and makes the y-axis the rectangular direction variation is set up, in this two-dimensional flat-surface top, two or more weighting multipliers are expressed as a straight line passing through the zero which has an inclination according to that weighting multiplier (a zero is not included strictly).

[0031] In this invention, by two or more straight lines which have an inclination according to a weighting multiplier, for example Divide a two-dimensional flat surface into two or more fields, ask for this as correspondence relation between the predetermined direction variation to two or more weighting multipliers, and the rectangular direction variation, and this is memorized for the storage means. The weighting multiplier corresponding to the field which judged whether the predetermined direction variation and the rectangular direction variation which were computed would be contained to which field on the above-mentioned two-dimensional flat surface, and was judged that these are located can be chosen as a weighting multiplier of 1.

[0032] Therefore, according to this invention, in order to ask for a weighting multiplier, as shown in a formula (5), it becomes unnecessary to do the division of the

predetermined direction variation or the rectangular direction variation with the aggregate value of the predetermined direction variation and the rectangular direction variation, and thereby, the amount of operations can be reduced and the configuration of the circuit for calculating can also be made simple. Therefore, it becomes easy to carry the equipment for carrying out this invention in small image pick-up equipments, such as a digital camera, and image readers, such as a scanner.

[0033] Moreover, when being set up so that the value of the predetermined direction variation [ as opposed to an aggregate value in a weighting multiplier ] or the rectangular direction variation may be set to  $1/2^n$  ( $n$  is the natural number) and the predetermined direction estimate and the rectangular direction estimate are expressed with a binary number, carrying out the multiplication of  $1/2^n$  to these will perform the operation equivalent to making right-hand side carry out a value  $n$  bit shift. Therefore, by performing weighting addition of the predetermined direction estimate and the rectangular direction estimate by the bit shift, it is calculating simply and the processing time can be shortened.

[0034]

[Embodiment of the Invention] With reference to a drawing, the operation gestalt of this invention is explained below. Drawing 1 is the outline block diagram showing the configuration of the image processing system by the 1st operation gestalt of this invention. As shown in drawing 1, the image processing system by the 1st operation gestalt of this invention performs interpolation processing to the signal value acquired in each optoelectric transducer which constitutes the veneer CCD 1, the signal value in a total pixel location is calculated, and interpolation processing is performed to the image data S0 constituted by each signal value, and it has a interpolation means 2 obtain the interpolated image data S1. The interpolation means 2 is equipped with a check square interpolation means 5 to compute the signal value of hole pixel location \* indicated to be a G interpolation means 3 to compute the G signal QG by the interpolation operation as mentions later, and a RB interpolation means 4 to compute the R signal QR and the B signal QB to drawing 3 later mentioned from the G signal QG, the R signal QR, and the B signal QB. In addition, in the veneer CCD 1 shown in drawing 1, although an analog signal is acquired from the optoelectric transducer which constitutes this, the image data S0 in this operation gestalt shall be the digital signal which carried out A/D conversion of the analog signal, and the digital signal of a parenthesis shall be changed so that it may become the 0.45th power or opposite numeric value of the quantity of light inputted into the veneer CCD 1.

[0035] In addition, the image processing system by this operation gestalt may be

the direction where a pixel is located in a line with R00, G11, R22, G33, and R44 -- in drawing 4 , (the direction of arrow-head A) is made into the predetermined direction, and the direction which intersects perpendicularly in this predetermined direction of arrow-head A, i.e., the direction, is made into the direction of arrow-head B. In addition, with this operation gestalt, the reference number given to the pixel location is used also as a reference number of a signal value.

[0039] Drawing 5 is the outline block diagram showing the configuration of RB interpolation means 4. A 1st interpolation means 11 by which RB interpolation means 4 computes R signal and B signal (it names generically and considers as a signal Q1) in a total pixel location about the direction of arrow-head A in drawing 4 as shown in drawing 5 , A 2nd interpolation means 12 to compute R signal and B signal (for it to name generically and to consider as a signal Q2) in a total pixel location about the direction of arrow-head B, A variation calculation means 13 to compute the value showing the amount of fluctuation of the signal value in the direction of arrow-head A, and the direction of arrow-head B as variations SA and SB, Memory 14A which memorized the correspondence relation of the variations SA and SB to the weighting multiplier Sj at the time of carrying out weighting interpolation of the signals Q1 and Q2 acquired in the 1st interpolation means 11 and the 2nd interpolation means 12 about two or more weighting multipliers, A weighting multiplier selection means 14 to choose the weighting multiplier Sj of 1 from two or more weighting multipliers with reference to the correspondence relation memorized by memory 14A based on the variations SA and SB computed in the variation calculation means 13, It has a weighting addition means 15 to carry out weighting addition of the signals Q1 and Q2 acquired in the 1st interpolation means 11 and the 2nd interpolation means, and to acquire the R signal QR and the B signal QB with the weighting multiplier Sj chosen in the weighting multiplier selection means 14.

[0040] Subsequently, calculation of the G signal QG in G interpolation means 3 of this operation gestalt and the R signal QR in RB interpolation means 4, and the B signal QB is explained.

[0041] (1) Explain calculation processing of G signal in R and a B pixel location first. Calculation of this G signal is performed in G interpolation means 3. G signal in R and a B pixel location is computable by performing a spline interpolation operation to G signal acquired in the G pixel location around the pixel location. Drawing 6 is drawing showing the example of the two-dimensional Cubic spline interpolation filter which performs a spline interpolation operation. The two-dimensional Cubic spline interpolation filter shown in drawing 6 performs a interpolation operation to G signal in



the G pixel location 16 pixels near the pixel location which computes G signal. Therefore, G (R44) signal in R 44-pixel location surrounded as the continuous line in drawing 7 As opposed to G signal of the G pixel location of 16 of the perimeter enclosed with a broken line (G11, G13, G15, G17, G31, G33, G35, G37, G51, G53, G55, G57, G71, G73, G75, Group 77) It is computed by performing filtering processing with the two-dimensional Cubic spline interpolation filter shown in drawing 6 . On the other hand, G (B46) signal in B 46-pixel location is computed by performing filtering processing similarly to G signal of the G pixel location (G13, G15, G17, G19, G33, G35, G37, G39, G53, G55, G57, G59, G73, G75, Group 77, G79) of the perimeter enclosed with a broken line. G signal which could interpolate, without this spoiling the frequency component which G signal has before interpolation, consequently held the frequency information on original in all pixel locations can be acquired.

[0042] Here, any technique is applicable if it is a interpolation operation in the in-every-direction two-dimensional direction in drawing 4 as the technique of a interpolation operation. In addition, G signal in R and a G pixel location may be computed by performing a simple linear interpolation operation to G signal acquired in the G pixel location around a pixel location which computes G signal. For example, G (R44) signal in R 44-pixel location surrounded as the continuous line in drawing 7 and G (B46) signal in B 46-pixel location may be computed by the following formula (10) and (11) using G signal in four G pixel locations of the perimeter.

[0043]

$$G(R44)=(G33+G35+G53+G55)/4 \text{ (10)}$$

$$G(B46)=(G35+G37+G55+G57)/4 \text{ (11)}$$

(2) Next, explain calculation of the R signal QR in RB interpolation means 4, and the B signal QB. First, calculation of the signals Q1 and Q2 in the 1st and 2nd interpolation means 11 and 12 is explained.

[0044] 1 -- calculation processing of R signal about the direction of arrow-head A in the G pixel location in Rhine (it considers as the 1st Rhine below) located in a line in R and G pixels in the direction of arrow-head A is explained first. Calculation of the signal about this direction of arrow-head A is performed in the 1st interpolation means 11. in addition, \*\* which gives (A) to the signal computed about the direction of arrow-head A in subsequent explanation at a reference mark, and gives (B) to the signal computed about the direction of arrow-head B at a reference mark -- \*\* -- it carries out. Moreover, Rhine where B and G pixels are located in a line in the 3rd Rhine and the direction of arrow-head B in Rhine where R and G pixels are located in a line in the 2nd Rhine and the direction of arrow-head B in Rhine where B and G pixels are located in a line in the

1st Rhine and the direction of arrow-head A in Rhine where R and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A is made into the 4th Rhine.

[0045] Calculation processing of R signal in the G pixel location about the direction of arrow-head A in the 1st Rhine is performed by performing a 1-dimensional interpolation operation to R signal on the 1st Rhine in which the G pixel location is included. For example, R(G33) A signal in G 33-pixel location enclosed with the continuous line in drawing 8 It is computed by performing 1-dimensional interpolation operations, such as a 1-dimensional Cubic spline interpolation operation shown in the following formula (12), to R signal acquired in R pixels of four points around G 33-pixel location on the 1st Rhine in which G 33-pixel location exists (R00, R22, R44, R66).

[0046]

$$R(G33)A = (-3 \cdot R00 + 19 \cdot R22 + 19 \cdot R44 - 3 \cdot R66) / 32 \quad (12)$$

In addition, you may compute by the following formula (13) using R22 in two R pixel locations which adjoin in the direction of arrow-head A in the 1st Rhine, and R44 signal.

[0047]

$$R(G33)A = (R22 + R44) / 2 \quad (13)$$

Moreover, any technique is applicable if it is a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head A on this 1st Rhine as the technique of a interpolation operation. And thereby, R signal in the G pixel location on the 1st Rhine is computable.

[0048] Calculation processing of R signal about the direction of arrow-head B in the G pixel location in 2, next the 1st Rhine where R and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A is explained. Calculation of the signal about this direction of arrow-head B is performed by [ as being the following in the 2nd interpolation means 12 ]. First, it asks for the pixel location which adjoins the G pixel location which computes R signal in the direction of arrow-head A. For example, if R(G33) B signal in G 33-pixel location enclosed with the continuous line shown in drawing 9 here shall be computed, the pixel location contiguous to G 33-pixel location will turn into R 22-pixel location and R 44-pixel location enclosed with a broken line. And the average of the difference of R22 signal and G (R22) signal in this R 22-pixel location and the difference of R44 signal and G (R44) signal in R 44-pixel location is added to G33 signal in G 33-pixel location, and that addition result is made into R(G33) B signal in G 33-pixel location.

[0049] Here, when only R22 signal is used, R(G33) B signal in G 33-pixel location is computed by the following formula (14).

[0050]

$$R(G33)B = G33 + (R22 - G(R22)) \quad (14)$$

In addition, it is set by the premise that the formula (14) of the difference of R signal and G signal in the local field of an image is equal. For example, it is  $R(G33) - B(G33) = R(22) - G(22)$  that the difference of R signal in R 22-pixel location and G 33-pixel location and G signal is equal. (15)

I hear that \*\*\*\*\* is filled, it is and what solved the formula (15) about  $R(G33) - B$  signal serves as a formula (14). In addition, in a formula (14),  $G(22)$  signal was not computed by the approach of the above (1), and is computed to G signal on the 3rd Rhine in which R 22-pixel location exists by performing 1-dimensional interpolation operations, such as a 1-dimensional Cubic spline interpolation operation shown in the linear interpolation operation shown in the following formula (16) in the direction of arrow-head B, or a formula (12). Therefore, a reference mark B will be given to  $G(22)$  signal.

$$[0051] \quad G(22)B = (G31 + G13)/2 \quad (16)$$

That is, by the formula (14), the signal value is computed by the premise that the difference of R signal and G signal in the local field of an image is equal, and the 4th Rhine where G 33-pixel location exists in the direction of arrow-head B, and the 3rd Rhine where R 22-pixel location exists use it for calculation of a signal value. It needs to compute a signal value by this meaning that the signal value is computed based on the correlation of the pixel value on the 3rd and 4th Rhine, there being, and making the signal value change in the direction of arrow-head B reflect about an unknown signal value. In processing of 2, when only R22 signal is used,  $R(G33) - B$  signal in G 33-pixel location is computed based on the relation shown in the above-mentioned formula (15), but since  $G(22)$  signal is unknown, it is necessary to presume this. A formula (15) needs to make the signal value change of the direction of arrow-head B reflect on the 3rd Rhine here, in order to presume  $G(22)$  signal, since the correlation between the 3rd and 4th Rhine is expressed. In this case, although it is possible to use G signal computed by the approach of the above (1), since this G signal is what is being computed using the signal value of another Rhine as shown in a formula (10) and (11), it is not a thing reflecting the signal value change of the direction of arrow-head B on the 3rd Rhine. For this reason, in order to make the signal value change of the direction of arrow-head B reflect,  $G(22) - B$  signal is computed by performing the 1-dimensional interpolation operation about the direction of arrow-head B on the 3rd Rhine like a formula (16).

[0052] On the other hand, if only R44 signal is used, based on the relation of the above-mentioned formula (15),  $R(G44) - B$  signal in G 33-pixel location will be computed by the following formula (17).

[0053]

$$R(G33)B = G33 + (R44 - G(R44)B) \quad (17)$$

In addition,  $G(R44) B$  signal is computed like a formula (16). Here, in this operation gestalt, although  $R(G33) B$  signal may be searched for by the formula (14) or either of (17), by having used the signal value of the pixel location which adjoins only one side of a  $G$  pixel location, the phase of an image will approach in the direction. In order to prevent this, as shown in the following formula (18), what added the average of the difference of  $R$  signal and  $G$  signal in the pixel location ( $R22$ ,  $R 44$  pixel location) of the neighbors of the  $G$  pixel location (for example,  $G 33$  pixel location) which computes  $R$  signal to  $G$  signal in the  $G$  pixel location which computes  $R$  signal is made into  $R$  signal in the  $G$  pixel location.

[0054]

$$R(G33)B = G33 + ((R22 - G(R22)B) + (R44 - G(R44)B)) / 2 \quad (18)$$

And thereby,  $R(G33) B$  signal in the  $G$  pixel location about the direction of arrow-head  $B$  is computable.

[0055] Calculation processing of  $R$  signal about the direction of arrow-head  $A$  in the  $G$  pixel location in 3, next the 2nd Rhine where  $B$  and  $G$  pixels are located in a line in the direction of arrow-head  $A$  is explained. Calculation of the signal about this direction of arrow-head  $A$  is performed in the 1st interpolation means 11. First, it asks for the pixel location which adjoins the  $G$  pixel location which computes  $R$  signal in the direction of arrow-head  $B$ . For example, if  $R(G35) A$  signal in  $G 35$ -pixel location enclosed with the continuous line shown in drawing 10 here shall be computed, the pixel location contiguous to  $G 35$ -pixel location will turn into  $R 26$ -pixel location and  $R 44$ -pixel location enclosed with a broken line. And like processing of the above 2, as shown in the following formula (19), the average of the difference of  $R26$  signal and  $G(R26) A$  signal in  $R 26$ -pixel location and the difference of  $R44$  signal and  $G(R44) A$  signal in  $R 44$ -pixel location is added to  $G35$  signal in  $G 35$ -pixel location, and the addition result is made into  $R(G35) A$  signal in  $G 35$  pixel location.

[0056]

$$R(G35)A = G35 + ((R26 - G(R26)A) + (R44 - G(R44)A)) / 2 \quad (19)$$

In addition,  $G(R26) A$  signal and  $G(R44) A$  signal are computed to  $G$  signal on the 1st Rhine in which  $R26$  and  $R 44$ -pixel location exist by performing a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head  $A$ . And thereby,  $R(G35) A$  signal in the  $G$  pixel location about the direction of arrow-head  $A$  is computable.

[0057] Calculation processing of  $R$  signal about the direction of arrow-head  $B$  in the  $G$  pixel location in 4, next the 2nd Rhine where  $B$  and  $G$  pixels are located in a line in the direction of arrow-head  $A$  is explained. Calculation of the signal about this direction of

arrow-head B is performed by performing a 1-dimensional interpolation operation in the 2nd interpolation means 12 to R signal on the 3rd Rhine in which that G pixel location is included. For example, R(G35) B signal in G 35-pixel location enclosed with the continuous line in drawing 11 is computed to R signal acquired in R pixels of four points around G 35-pixel location on the 3rd Rhine in which G 35-pixel location exists (R08, R26, R44, R62) by performing a 1-dimensional interpolation operation as well as processing of 1. The example of calculation by the 1-dimensional Cubic spline interpolation operation is shown in the following formula (20).

[0058]

$$R(G35)B=(-3*R08+19*R26+19*R44-3*R62)/32 \quad (20)$$

Calculation processing of R signal about the direction of arrow-head A in the B pixel location in 5, next the 2nd Rhine where B and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A is explained. Calculation of the signal about this direction of arrow-head A is performed in the 1st interpolation means 11. First, it asks for the pixel location which adjoins the B pixel location which computes R signal in the direction of arrow-head B. For example, if R(B24) A signal in B 24-pixel location enclosed with the continuous line shown in drawing 12 here shall be computed, the pixel location contiguous to B 24-pixel location will turn into G 15-pixel location and G 33-pixel location enclosed with a broken line. Like processing of the above 2, as shown in the following formula (21), and the average of the difference of the R(G15) A signal and G15 signal in G 15-pixel location, and the difference of the R(G33) A signal and G33 signal in G 33-pixel location It adds to G(B24) A signal in B 24-pixel location, and the addition result is made into R(B24) A signal in B 24-pixel location.

[0059]

$$R(B24)A=G(B24)A+((R(G33)A-G33)+(R(G15)A-G15))/2 \quad (21)$$

In addition, R(G15) A signal and R(G33) A signal are the R signals itself which computed to R signal on the 1st Rhine in which G15 and G 33-pixel location exist by performing a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head A, and was computed in processing of 1. Moreover, G(B24) A signal is computed by performing a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head A to G signal on the 2nd Rhine in which B 24-pixel location exists. And thereby, R(B24) A signal in the B pixel location about the direction of arrow-head A is computable.

[0060] Calculation processing of R signal about the direction of arrow-head B in the B pixel location in 6, next the 2nd Rhine where B and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A is explained. Calculation of the signal about this direction of arrow-head B is performed in the 2nd interpolation means 12. First, it asks for the pixel

location which adjoins the B pixel location which computes R signal in the direction of arrow-head A. For example, if R(B24) B signal in B 24-pixel location enclosed with the continuous line shown in drawing 13 here shall be computed, the pixel location contiguous to B 24-pixel location will turn into G 13-pixel location and G 35-pixel location enclosed with a broken line. Like processing of the above 2, as shown in the following formula (22), and the average of the difference of the R(G13) B signal and G13 signal in G 13-pixel location, and the difference of the R(G35) B signal and G35 signal in G 35-pixel location It adds to G(B24) B signal in B 24-pixel location, and the addition result is made into R(B24) B signal in B 24-pixel location.

[0061]

$$R(B24)B = G(B24)B + ((R(G35)B - G35) + (R(G13)B - G13)) / 2 \quad (22)$$

In addition, R(G13) B signal and R(G35) B signal are the R signals itself which computed to R signal on the 3rd Rhine in which G13 and G 35-pixel location exist by performing a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head B, and was computed in processing of 4. Moreover, G(B24) B signal is computed to G signal on the 4th Rhine in which B 24-pixel location exists by performing a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head B. And thereby, R(B24) B signal in the B pixel location about the direction of arrow-head B is computable.

[0062] As mentioned above, R signal about the direction of arrow-head A in the G pixel location in the 1st Rhine where R and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A by processing of 1 is computed, and R signal about the direction of arrow-head B in the G pixel location in the 1st Rhine where R and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A by processing of 2 is computed.

[0063] Moreover, R signal about the direction of arrow-head A in the G pixel location in the 2nd Rhine where B and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A by processing of 3 is computed, and R signal about the direction of arrow-head B in the G pixel location in the 2nd Rhine where B and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A by processing of 4 is computed.

[0064] Furthermore, R signal about the direction of arrow-head A in the B pixel location in the 2nd Rhine where B and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A by processing of 5 is computed, and R signal about the direction of arrow-head B in the B pixel location in the 2nd Rhine where B and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A by processing of 6 is computed.

[0065] As mentioned above, although calculation of the arrow head A in each pixel location and R signal in B both directions was explained, as B signal was also explained in processing of the above 1-6, it is computable like R signal.

[0066] The variation calculation means 13 computes the variations SA and SB required for calculation of the weighting multiplier for carrying out weighting addition of the signal value of the arrow head A computed by processing of 1, 2, 3 and 4, and 5 and 6, and the direction of B in a weighting multiplier selection means 14 to mention later. Here, in the pixel location which presumes a signal value, the thing showing the amount of fluctuation of a signal value of a value is said in Variations SA and SB.

[0067] First, calculation of the variations SA and SB for computing the weighting multiplier of the arrow head A computed by processing of 1 and 2 and R signal of the direction of B is explained. The variation SA about this direction of arrow-head A and the variation SB about the direction of arrow-head B are computed by the following formula (23) and (24). In addition, the variations SA and SB of the signal value in G 33-pixel location shown in drawing 8 shall be computed like processing of 1 and 2 here.

[0068]

$$SA = |R(G33)A - G33| \quad (23)$$

$$SB = |B(G33)B - G33| \quad (24)$$

The signal value with which R(G33) A in a formula (23) was computed by the formula (12) in processing of 1 here, B(G33) B in a formula (24) is the signal value computed by performing a 1-dimensional interpolation operation to B signal acquired in the B pixel location of four points around G 33-pixel location on the 4th Rhine (B06, B24, B42, B60). Thus, the computed variation SA expresses the signal value change in the direction of arrow-head A of G 33-pixel location, and Variation SB expresses the signal value change in the direction of arrow-head B of G 33-pixel location.

[0069] Next, calculation of the variation for computing the weighting multiplier of the arrow head A computed by processing of 3 and 4 and R signal of the direction of B is explained. The variation SA about this direction of arrow-head A and the variation SB about the direction of arrow-head B are computed by the following formula (25) and (26). In addition, the variation of the signal value in G 35-pixel location shown in drawing 10 shall be computed like processing of 3 and 4 here.

[0070]

$$SA = |B(G35)A - G35| \quad (25)$$

$$SB = |R(G35)B - G35| \quad (26)$$

As opposed to B signal with which B(G35) A in a formula (25) is obtained here in the B pixel location of four points around G 35-pixel location on the 2nd Rhine (B02, B24, B46, B68) R(G35) B in the signal value and formula (26) which were computed by performing a 1-dimensional interpolation operation is the signal value computed by the formula (20) in processing of the above 4. Thus, the computed variation SA expresses the signal

value change in the direction of arrow-head A of G 35-pixel location, and Variation SB expresses the signal value change in the direction of arrow-head B of G 35-pixel location. [0071] Next, calculation of the variation for computing the weighting multiplier of the arrow head A computed by processing of 5 and 6 and R signal of the direction of B is explained. The variation SA about this direction of arrow-head A and the variation SB about the direction of arrow-head B are computed by the following formula (27) and (28). In addition, the variation of the signal value in B 24-pixel location shown in drawing 12 and drawing 13 shall be computed like processing of 5 and 6 here.

[0072]

$$SA = |B_{24} - G(B_{24})A| \quad (27)$$

$$SB = |B_{24} - G(B_{24})B| \quad (28)$$

G(B<sub>24</sub>) A in a formula (27) here As opposed to G signal on the 2nd Rhine in which B 24-pixel location exists in processing of the above 5 G(B<sub>24</sub>) B in the signal value and formula (28) which were computed by performing a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head A is the signal value computed to G signal on the 4th Rhine in which B 24-pixel location exists in processing of the above 6 by performing a 1-dimensional interpolation operation in the direction of arrow-head B. Thus, the computed variation SA expresses the signal value change in the direction of arrow-head A of B 24-pixel location, and Variation SB expresses the signal value change in the direction of arrow-head B of B 24-pixel location.

[0073] The variations SA and SB computed as mentioned above are inputted into the weighting multiplier selection means 14. Hereafter, calculation of the weighting multiplier in the weighting multiplier selection means 14 is explained. In this operation gestalt, as fundamentally shown in the following formula (29), the weighting multiplier S<sub>j</sub> is computed.

[0074]

$$S_j = SA / (SA + SB) \quad (\text{if } SA + SB = 0 \text{ then } S_j = 0.5) \quad (29)$$

In addition, since it is SA and SB ≥ 0, in the case of SA = SB = 0, it is set to SA + SB = 0 in a formula (29). Here, in the arithmetic circuit which performs various operations, when operations are only addition, subtraction, and multiplication, comparatively few arithmetic elements can constitute a circuit. However, while many arithmetic elements will be needed and the configuration of a circuit will be complicated since an operation becomes complicated if a division is included like a formula (29), an operation takes long duration.

[0075] When computing the weighting multiplier S<sub>j</sub> by the formula (29) and this is solved about the amount SB of fluctuation here, it is  $SB = (1 - S_j) / S_j * SA$ . (29)



It becomes. It is shown that the relation between Variation SA and Variation SB is that this has the fixed weighting multiplier  $S_j$  in proportionality. Therefore, a setup of the two-dimensional flat surface which makes a x axis Variation SA and makes the y-axis Variation SB expresses the weighting multiplier  $S_j$  as a straight line which passes along the zero which has an inclination according to that weighting multiplier (except for  $SA=SB=0$ , i.e., a zero), as shown on this two-dimensional flat surface at drawing 14 . Hereafter, the abbreviation of the division processing in a formula (29) is explained using this relation.

[0076] Drawing 15 is drawing for explaining calculation processing of the weighting multiplier  $S_j$  in the weighting multiplier selection means 14. in this operation gestalt, the weighting multiplier  $S_j$  is first shown in drawing 14 [ Variation SA and Variation SB being that the weighting multiplier  $S_j$  is fixed in proportionality, and the weighting multiplier  $S_j$  serving as a straight line which has an inclination according to the value in a SA-SB flat surface ] -- as --  $S_j=0, 0.25, 0.5$ , and  $0$ . -- it quantizes to five steps of  $75$  and  $1.0$ . and it is shown in drawing 15 -- as -- a SA-SB flat surface top -- setting -- a boundary [  $1 / S_j=0$ , and  $/ 0.125, 0.375, 0.625, 0.875$  and  $1$  ] -- carrying out -- five fields  $A1 \cdot A5$  -- setting up -- each field  $A1 \cdot A5$  -- respectively --  $S_j=0, 0.25, 0.5$ , and  $0$ . -- it matches with  $75$  and  $1.0$ . Here, in the case of  $S_j=0.125$ ,  $SB=7SA$  and in the case of  $S_j=0.375$ , it is set [  $SB=5/3SA$ , and in the case of  $S_j=0.625$  ] to  $SB=1/7SA$   $SB=3/5SA$ , and in the case of  $S_j=0.875$ .

[0077] Therefore, it can ask for the weighting multiplier  $S_j$  by making memory 14A connected to the weighting multiplier selection means 14 memorize as a table the relation shown in drawing 15 , and referring to this table based on the relation of the value of Variations SA and SB, without doing a division, as shown in a formula (29). For example, when the value of the computed variations SA and SB has the relation of the relation between  $3/5SA < SB \leq 5/3SA$ , i.e.,  $3SA < 5SB$ , and  $5SA \geq 3SB$ , since Variations SA and SB are plotted by field A3 of the graph shown in drawing 15 , they can ask for a weighting multiplier as  $S_j=0.5$ . Since a field A1 has a plot in having the relation of  $7SA < SB$ , moreover,  $S_j=0$ , relation between  $5/3 SA < SB \leq 7SA$ , Since a field A2 has a plot in being in the relation between  $5SA < 3SB$  and  $7 SA \geq SB$ , namely,  $S_j=0.25$ , relation between  $1/7 SA < SB \leq 3/5SA$ , That is, since field A4 has a plot in being in the relation between  $SA < 7SB$  and  $3SA \geq 5SB$ , when it has the relation of  $S_j=0.75$ , and  $SB \leq 1/7SA$ , i.e., the relation of  $SA \geq 7SB$ , since it is in field A5, it can ask for a plot as  $S_j=1$ .

[0078] In addition, although it is more desirable to quantize the weighting multiplier  $S_j$  more finely, when the operation time for decision of the field where Variations SA and SB exist is taken into consideration, it is desirable that they are about five steps.

According to the experiment of these people, even if it quantizes to five steps, the false color reduction effectiveness is fully acquired.

[0079] In the weighting addition means 15, a signal value is computed by following formula (30) - (32) about each case of 1, 2, 3 and 4, and 5 and 6. In addition, R (G33) signal in G 33-pixel location in the 1st Rhine where, as for formula (30) - (32), R and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A, respectively, In R (G35) signal in G 35-pixel location in the 2nd Rhine where B and G pixels are located in a line in the direction of arrow-head A, and the direction of arrow-head A, R (B24) signal in B 24-pixel location in B and the 2nd Rhine where G pixels is located in a line is computed.

[0080]

$$R(G33)=(1-Sj)*R(G33)A+Sj*R(G33)B \quad (30)$$

$$R(G35)=(1-Sj)*R(G35)A+Sj*R(G35)B \quad (31)$$

$$R(B24)=(1-Sj)*R(B24)A+Sj*R(B24)B \quad (32)$$

In addition, the general formula using signals Q1 and Q2 is shown in a formula (33).

[0081]

$$QR, QB=(1-Sj)*Q1+Sj*Q2 \quad (33)$$

By this, R and the B signals QR and QB will be computed by weighting with a bigger direction with few signal value changes being made.

[0082] When calculation of B (R44) signal in R44 pixel sets to weighting multiplier  $Sj=0.5$  here  $B(R44)=(1-Sj)*B(R44)A+Sj*B(R44)B=0.5*B(R44)A+0.5*B(R44)B$  (34)

Although computed by carrying out, since the weighting multiplier is set up so that it may be set to  $Sj$  or  $1-Sj=1/2^n$  ( $n$  is the natural number), in this operation gestalt, it is also possible to calculate by integer-izing using a bit shift like the following formula (35).

[0083]

$$B(R44)=(B(R44)A+B(R44)B+1)>>1 \quad (35)$$

Here, when  $>>1$  expresses a signal value with a binary number, it expresses making right-hand side carry out one bit shift. Thus, in order to double a signal value  $1/2$  by making right-hand side carry out one bit shift, the operation equivalent to a formula (34) will be performed. In addition, in a formula (35), 1 is added for rounding off the result of an operation.

[0084] In addition, if a pixel array is rotated 45 degrees in the veneer CCD 1 of the BEIYA array shown in drawing 2 (a), the pixel array will become the same if the honeycomb array shown in drawing 2 (b) and hole pixel location \* are removed. Therefore, in the above-mentioned explanation, the RGB code in a total pixel location is computable like [ in a BEIYA array ] the case of a honeycomb array by making the space vertical direction [ in / for the direction of arrow-head A / drawing 2 ], and the direction

drawing 20 shows calculation of the weighting multiplier  $S_j$  which uses a bit shift, and actuation of weighting addition. Moreover, in drawing 20, calculation of B (R44) signal in R 44-pixel location is expressed. First, it is judged whether the sum of Variations SA and SB is 0 (step S21). If step S21 is affirmed, B (R44) signal will be computed by the formula (35), using a bit shift as  $SA=SB=0.5$  (step S22).

[0089]

$$B(R44)=(B(R44)A+B(R44)B+1)>>1 \quad (35)$$

Negation of step S21 judges whether it is  $SA \geq 7SB$  (step S23). If step S23 is affirmed, since the relation of Variations SA and SB is in field A5 of drawing 15, it will be referred to as  $S_j=1$ , and B (R44) signal will be computed by the following formula (36) (step S24).

[0090]

$$B(R44)=B(R44)B \quad (36)$$

Negation of step S23 judges whether it is  $3SA \geq 5SB$  (step S25). If step S25 is affirmed, since the relation of Variations SA and SB is in field A4 of drawing 15, it will be referred to as  $S_j=0.75$ , and B (R44) signal will be computed by the following formula (37) (step S26).

[0091]

$$B(R44)=(B(R44)A+3B(R44)B+2)>>2 \quad (37)$$

Negation of step S25 judges whether it is  $5SA \geq 3SB$  (step S27). If step S27 is affirmed, since the relation of Variations SA and SB is in field A3 of drawing 15, it will be referred to as  $S_j=0.5$ , and B (R44) signal will be computed by the formula (35) (step S28).

[0092] Negation of step S27 judges whether it is  $7SA \geq SB$  (step S29). If step S29 is affirmed, since the relation of Variations SA and SB is in the field A2 of drawing 15, it will be referred to as  $S_j=0.25$ , and B (R44) signal will be computed by the following formula (38) (step S30).

[0093]

$$B(R44)=(3*B(R44)A+B(R44)B+2)>>2 \quad (38)$$

And if step S29 is denied, since the relation of Variations SA and SB is in the field A1 of drawing 15, it will be referred to as  $S_j=0$ , and B (R44) signal will be computed by the following formula (39) (step S31).

$$[0094] \quad B(R44)=B(R44)A \quad (39)$$

drawing 18 -- return, and R and B -- when it is judged whether all the signals were computed (step S5) and step S5 is denied, the B signal QB is computed by setting to B signal the signal computed in step S6, returning to step S4, and repeating step S4 and processing of S5.

[0095] In the check square interpolation means 5, the signal value in a hole pixel

location is computed by performing the check square interpolation operation by the interpolation filter shown in drawing 16 or drawing 17 to the signal value of each pixel (step S7), and processing is ended noting that RGB codes QR, QG, and QB will be computed in all pixel locations other than a hole pixel location, if step S5 is affirmed.

[0096] And the RGB code in the total pixel location which includes by this the hole pixel location of the veneer CCD 1 by the honeycomb array shown in drawing 2 (b) can be obtained, and the interpolated image data S1 which has an RGB code in a total pixel location can be obtained.

[0097] In addition, in step S3 of the flow chart shown in drawing 18 , although the signal to compute is set to R signal, you may set to B signal first. In this case, when step S5 is denied, in step S6, the signal to compute will be changed from B signal to R signal.

[0098] Thus, the operation time can also be shortened while being able to make simple the configuration of the equipment for being able to make simple the configuration of the circuit which computes the weighting multiplier  $S_j$ , consequently carrying out this operation gestalt, since according to the 1st operation gestalt a division is not done in case the weighting multiplier  $S_j$  is computed. Moreover, since it can calculate in an integral value by performing a bit shift, it is calculating simply and the processing time can be shortened. Therefore, it becomes easy to carry the equipment for carrying out this invention in image readers, such as image pick-up equipments, such as a digital camera, and a scanner, or a printer, and, thereby, highly efficient equipment can be created.

[0099] In addition, although weighting addition is performed using the bit shift, in the weighting addition means 15, it may be made to perform weighting addition shown in the above-mentioned formula (33) in the operation gestalt of the above 1st, without performing a bit shift using the weighting multiplier  $S_j$  computed in the weighting multiplier selection means 14.

[0100] Subsequently, the 2nd operation gestalt of this invention is explained. Drawing 21 is the outline block diagram showing the configuration of RB interpolation means of the image processing system by the 2nd operation gestalt of this invention. In addition, in drawing 21 , the reference number same about the same configuration as drawing 5 is attached, and detailed explanation is omitted. A judgment means 10 to judge whether the pixel location which presumes a signal value is in a gray edge in the 2nd operation gestalt, or it is in a color edge, Based on the judgment information H showing the judgment result in the judgment means 10, the point equipped with a variation calculation means 23 to compute the value showing the amount of fluctuation of the signal value in the direction of arrow-head A and the direction of arrow-head B as

variations SA and SB differs from the 1st operation gestalt.

[0101] It judges whether the judgment means 10 has the pixel location which presumes a signal value as is the following in a gray edge, or it is in a color edge. drawing 22 -- red (R) -- and green -- drawing showing the example of the color edge which consists of (G), and drawing 23 are drawings showing the example of the gray edge which consists of white and black. In addition, in drawing 22 and 23, a signal value shows the pixel location of 0 by void, and the other pixel is explained as that whose signal value is 255. Moreover, a judgment in R 44-pixel location is explained here. First, the judgment means 10 calculates the decision values Dat1-Dat4 of an edge by (43) from the following formula (40).

[0102]

$$\text{Dat1} = |R44 \cdot G33| + |R44 \cdot G55| + |G35 \cdot B24| + |G35 \cdot B46| \quad (40)$$

$$\text{Dat2} = |R44 \cdot G33| + |R44 \cdot G55| + |G53 \cdot B42| + |G53 \cdot B64| \quad (41)$$

$$\text{Dat3} = |R44 \cdot G35| + |R44 \cdot G53| + |G33 \cdot B24| + |G33 \cdot B42| \quad (42)$$

$$\text{Dat4} = |R44 \cdot G35| + |R44 \cdot G53| + |G55 \cdot B46| + |G55 \cdot B64| \quad (43)$$

Here, a formula (40) computes the decision value Dat1 for judging the color of the edge of the upper right part of R 44-pixel location in the direction of arrow-head A, and a formula (41) computes the decision value Dat2 for judging the color of the edge of the lower left part of R 44-pixel location in the direction of arrow-head A. Moreover, a formula (42) computes the decision value Dat3 for judging the color of the edge of the upper left part of R 44-pixel location in the direction of arrow-head B, and a formula (43) computes the decision value Dat4 for judging the color of the edge of the lower right part of R 44-pixel location in the direction of arrow-head B.

[0103] When the pixel location which presumes a signal value is in a gray edge, as for any one of the above-mentioned decision values Dat1-Dat4, a value surely becomes small. For example, in the case of the gray edge shown in drawing 23, in the decision values Dat1-Dat4 computed in above-mentioned formula (40) - (43), the decision values Dat1 and Dat2 are set to 0. When it is in a color edge as the pixel location which presumes a signal value shows to drawing 22 on the other hand, any value of the above-mentioned decision values Dat1-Dat4 becomes large. Therefore,  $D_{\min} = \min(\text{Dat1}, \text{Dat2}, \text{Dat3}, \text{Dat4}) \leq T$  when the minimum value  $D_{\min}$  is below the threshold T as compared with the threshold T which was able to define beforehand the minimum value  $D_{\min}$  of the decision values Dat1-Dat4 (44)

It comes out and, in a certain case, judges that the pixel location is a gray edge, and when other (i.e.,  $D_{\min} = \min(\text{Dat1}, \text{Dat2}, \text{Dat3}, \text{Dat4}) > T$ ), it is. (45)

It comes out and, in a certain case, judges with it being a color edge. Here, as a value of

a threshold T, when a signal value is expressed with 8 bits, it considers as about 128 value. And the judgment means 10 is inputted into the variation calculation means 23 by making this judgment result into the judgment information H.

[0104] In the variation calculation means 23, Variations SA and SB are computed by [ as it is the following ] based on the judgment information H. First, calculation of the variations SA and SB for computing the weighting multiplier of the arrow head A computed by processing of 1 and 2 and R signal of the direction of B is explained. When judged with the pixel location which computes a signal value using the judgment information H being in a color edge, the variation SA about the direction of arrow-head A and the variation SB about the direction of arrow-head B are computed by the following formula (46) and (47). In addition, the variations SA and SB of the signal value in G 33-pixel location shown in drawing 8 shall be computed like processing of 1 and 2 here.

[0105]

$$SA = |R(G33)A - G33| / (R(G33)A + G33) \quad (46)$$

$$SB = |B(G33)B - G33| / (B(G33)B + G33) \quad (47)$$

When judged with on the other hand the pixel location which computes a signal value using the judgment information H being in a gray edge, Variation SA and Variation SB are computed like the 1st operation gestalt by the formula (23) which omitted the denominator of a formula (46) and (47), and (24).

[0106]

$$SA = |R(G33)A - G33| \quad (23)$$

$$SB = |B(G33)B - G33| \quad (24)$$

Next, calculation of the variation for computing the weighting multiplier of the arrow head A computed by processing of 3 and 4 and R signal of the direction of B is explained.

[0107] First, when judged with the pixel location which computes a signal value using the judgment information H being in a color edge, the variation SA about the direction of arrow-head A and the variation SB about the direction of arrow-head B are computed by the following formula (48) and (49). In addition, the variation of the signal value in G 35-pixel location shown in drawing 10 shall be computed like processing of 3 and 4 here.

[0108]

$$SA = |B(G35)A - G35| / (B(G35)A + G35) \quad (48)$$

$$SB = |R(G35)B - G35| / (R(G35)B + G35) \quad (49)$$

When judged with on the other hand the pixel location which computes a signal value using the judgment information H being in a gray edge, Variation SA and Variation SB are computed by the formula (25) which omitted the denominator of a formula (48) and

(49), and (26).

[0109]

$$SA = |B(G35)A - G35| \quad (25)$$

$$SB = |R(G35)B - G35| \quad (26)$$

Next, calculation of the variation for computing the weighting multiplier of the arrow head A computed by processing of 5 and 6 and R signal of the direction of B is explained.

[0110] First, when judged with the pixel location which computes a signal value using the judgment information H being in a color edge, the variation SA about the direction of arrow-head A and the variation SB about the direction of arrow-head B are computed by the following formula (50) and (51). In addition, the variation of the signal value in B 24-pixel location shown in drawing 12 and drawing 13 shall be computed like processing of 5 and 6 here.

[0111]

$$SA = |B24 - G(B24)A| / (B24 + G(B24)A) \quad (50)$$

$SB = |B24 - G(B24)B| / (B24 + G(B24)B) \quad (51)$  <BR> When judged with on the other hand the pixel location which computes a signal value using the judgment information H being in a gray edge, Variation SA and Variation SB are computed by the formula (27) which omitted the denominator of a formula (50) and (51), and (28).

[0112]

$$SA = |B24 - G(B24)A| \quad (27)$$

$$SB = |B24 - G(B24)B| \quad (28)$$

Here, the difference in the calculation approach of the variations SA and SB in the case of a color edge and a gray edge is explained. Drawing 24 is drawing for explaining the difference in the calculation approach of Variations SA and SB. In the pixel array shown in drawing 24, white (a signal value is 255) and a black (value with the signal value near 0 or 0) gray edge shall be expressed. In addition, here explains calculation of B (R44) signal in R44 pixel. First, B(R44) A signal of R 44-pixel location is searched for by the following formula (52) about the direction of arrow-head A.

[0113]

$$B(R44)A = G(R44)A + ((B(G35)A - G35) + (B(G53)A - G53)) / 2 = 0 + ((2 \cdot 0) + (255 - 255)) / 2 = 1 \quad (52)$$

However, it is  $G(R44)A = 0$ ,  $B(G35)A = 2$ , and  $B(G53)A = 255$ , and the 1-dimensional Cubic spline interpolation operation as shown in a formula (12) and (20) was used for calculation of these values.

[0114] Moreover, B(R44) B signal of R 44-pixel location is searched for by the following formula (53) about the direction of arrow-head B.

[0115]

$$B(R44B)=G(R44)B+((B(G33)B-G33)+(B(G55)B-G55))/2 =103+((105-0)+(105-0))/2=208 \quad (53)$$

However, it is  $G(R44) B^{**103}$ ,  $B(G33) B^{**105}$ , and  $B(G55) B^{**105}$ , and the 1-dimensional Cubic spline interpolation operation as shown in a formula (12) and (20) was used for calculation of these values.

[0116] And Variations SA and SB are calculated by the following formula (54), and the weighting multiplier Sj for carrying out weighting addition of B(R44) A signal and the B(R44) B signal by the formula (55) is computed.

[0117]

$$SA=|R44 \cdot G(R44) \quad A|/(R44+G(R44) \quad A) =|1 \cdot 0|/(1+0) =1 \quad SB=|R44 \cdot G(R44) \quad B|/(R44+G(R44) \quad B) =|1 \cdot 103|/(1+103) **0.98 \quad (54)$$

$$Sj=SA/(SA+SB) =1/(1+0.98) **0.5 \quad (55)$$

Thus, if the weighting multiplier Sj is called for, B (R44) signal will be computed by the following formula (56).

[0118]

$$B(R44) =(1-Sj) *B(R44) A+Sj*B B= 0.5*1+0.5*208**105 (R44) \quad (56)$$

Here, since R 44-pixel location is on a black edge, as for the value of B (R44) signal, it is desirable [ location ] that it is a value near 0. However, since the value will be set to 105 if the weighting multiplier Sj is computed and the value of B (R44) signal is calculated by the formula (56) as shown in the above-mentioned formula (54) and (55), a false color will occur here. This is because the weighting multiplier Sj may not serve as a value near 0 as shown in a formula (56) depending on the signal value in the pixel location around a pixel location which computes a signal value, although the value of the weighting multiplier Sj becomes close to 0 so that there is little fluctuation of a signal value in the direction of arrow-head A.

[0119] On the other hand, when the pixel location which computes a signal value is in a gray edge in the 2nd operation gestalt When Variations SA and SB are computed by omitting a denominator in a formula (54) and Variations SA and SB are computed such in R 44-pixel location, it is  $SA=|R44 \cdot G(R44) \quad A|=|1 \cdot 0|=1$ .  $SB=|R44 \cdot G(R44) \quad B|=|1 \cdot 103|=102 \quad (57)$

$$\text{Next door and weighting multiplier } Sj \quad Sj=SA/(SA+SB) =1/(1+102) **0.01 \quad (58)$$

It becomes. Thus, when B (R44) signal is computed with the computed weighting multiplier Sj, it is.  $B(R44) =(1-Sj) *B(R44) A+Sj*B B= 0.99*1+0.01*208**2.99 (R44) \quad (59)$  It becomes. Thereby, B (R44) signal serves as a value near 0, and, as a result, can reduce a false color.

[0120] On the other hand, when judged with it being a color edge, even if it computes



calculation (step S43) of the signal value by processings 5 and 6 are performed like the 1st operation gestalt.

[0125] It is judged whether on the other hand in the judgment means 10, the pixel location which computes a signal value is in a gray edge (step S44), and the judgment information H showing the judgment result is inputted into the variation calculation means 23. In the variation calculation means 23, when the pixel location which computes a signal value is in a gray edge, as shown in the above-mentioned formula (23), (24), etc., the variations SA and SB for gray edges are computed (step S45). Conversely, in being a color edge, as shown in the above-mentioned formula (46') etc. (47'), it computes the variations SA and SB for color edges (step S46). And the R signal QR is computed by Variations SA and SB being inputted into the weighting multiplier selection means 14, the weighting multiplier  $S_j$  being chosen with reference to the table memorized by memory 14A like the 1st operation gestalt, and weighting addition of the signal value computed by processing of steps S11, S12, and S13 being carried out using a bit shift (step S47). In addition, of course [ without performing a bit shift ], it may be made to perform weighting addition shown in the above-mentioned formula (33).

[0126] Thus, it judges whether according to the 2nd operation gestalt, the pixel location which computes a signal value is in a gray edge, or it is in a color edge, and a false color can be reduced even if it is the case where the pixel location which computes a signal value is in a gray edge, since the calculation approach of the variations SA and SB for computing the weighting multiplier  $S_j$  according to a judgment result was changed. Moreover, when the pixel location which computes a signal value is in a color edge, the image which leaves the fine tint in near an edge and serves as natural sensibility can be obtained.

[0127] Here, in the image pick-up equipment which used the veneer CCD 1, in order to reduce a false color, in the image pick-up system for obtaining image data, it is necessary to use an optical low pass filter. Drawing showing the image pick-up system of the digital camera with which drawing 26 used the veneer CCD of a honeycomb array, and drawing 27 are drawings showing the frequency characteristics of the signal value acquired in the veneer CCD of a honeycomb array. In addition, by drawing 27,  $f_s/2$  are Nyquist rates and the frequency band which can reproduce the continuous line in drawing 27 (a) by the conventional processing, and the frequency band which can reproduce the continuous line in drawing 27 (b) by processing of this operation gestalt are shown, respectively. As shown in drawing 26, a taking lens 31, the optical low pass filter 32, and the veneer CCD 33 of a honeycomb array are arranged sequentially from a photographic subject, and the image pick-up system of a digital camera becomes. In

addition, X shows an optical axis. In the approach indicated by above-mentioned JP,10-20906,A, 10-136391, etc., since the reduction effectiveness of a false color is inadequate, it is necessary to use the narrow optical low pass filter 32 of the band for cutting the frequency band outside the continuous line shown in drawing 27 (a). However, use of the narrow optical low pass filter of such a band reduces the resolution of the image obtained. Moreover, in order to create the narrow optical low pass filter 32 of such a frequency band and to make three quarter-wave length plates with a main wavelength of about 630-785nm rival as shown in drawing 28 (a), the configuration of an image pick-up system is enlarged.

[0128] According to this invention, since a false color can be reduced as compared with the conventional approach, the frequency band of the optical low pass filter 32 can be extended as shown in drawing 27 (b), and the resolution of the image expressed by this by the image data S0 obtained in the veneer CCD 33 can be raised. Moreover, since the property shown in drawing 27 (b) by making two quarter-wave length plates rival can be acquired as shown in drawing 28 (b), an image pick-up system can be miniaturized.

[0129] In addition, although that in which G pixels has a double consistency to R and B pixels as a veneer CCD 1 in the above 1st and the 2nd operation gestalt was explained, as opposed to G and B pixels, B pixels may have [ R pixels ] a double consistency to R and G pixels. Moreover, although what has spectral sensitivity to R, G, and B was explained, as a veneer CCD 1, it is not limited to this, and you may have spectral sensitivity to the thing which has spectral sensitivity to Y (yellow), G (Green), and C (cyanogen), or Y, W (White) and C.

[0130] Moreover, although the signal values of all three colors are computed, you may make it compute the signal value of only one color or two colors in the above 1st and the 2nd operation gestalt.

[0131] Furthermore, in the above 1st and the 2nd operation gestalt, although the weighting multiplier  $S_j$  shall be computed by the formula (29), it is good also as what computes the weighting multiplier  $S_j$  by the following formula (60).

[0132]

$$S_j = SB / (SA + SB) \text{ (if } SA + SB = 0 \text{ then } S_j = 0.5) \text{ (60)}$$

In this case, the correspondence relation between the weighting multiplier  $S_j$  and Variations SA and SB will be specified on the two-dimensional flat surface which made Variation SB in the direction of a x axis, and was made into Variation SA in the direction of the y-axis as shown in drawing 29.

[0133] Moreover, R and the B signals QR and QB are computed by the following formula (61) in this case.

[0134]

$$QR, QB = S_j \cdot Q1 + (1 - S_j) \cdot Q2 \quad (61)$$

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram showing the configuration of the image processing system by the 1st operation gestalt of this invention

[Drawing 2] Drawing showing the pixel array in Veneer CCD

[Drawing 3] Drawing showing the pixel array of the veneer CCD of a honeycomb array

[Drawing 4] Drawing in which giving a reference number and showing each pixel location of the veneer CCD of a honeycomb array

[Drawing 5] The outline block diagram showing the configuration of RB interpolation means

[Drawing 6] Drawing showing the example of a Cubic spline interpolation filter

[Drawing 7] Drawing for explaining calculation of a signal value (the 1)

[Drawing 8] Drawing for explaining calculation of a signal value (the 2)

[Drawing 9] Drawing for explaining calculation of a signal value (the 3)

[Drawing 10] Drawing for explaining calculation of a signal value (the 4)

[Drawing 11] Drawing for explaining calculation of a signal value (the 5)

[Drawing 12] Drawing for explaining calculation of a signal value (the 6)

[Drawing 13] Drawing for explaining calculation of a signal value (the 7)

[Drawing 14] Drawing showing the relation between Variations SA and SB and the weighting multiplier  $S_j$

[Drawing 15] Drawing for explaining processing of the 1st operation gestalt

[Drawing 16] Drawing showing the example of a check square filter (the 1)

[Drawing 17] Drawing showing the example of a check square filter (the 2)

[Drawing 18] The flow chart which shows actuation of the 1st operation gestalt

[Drawing 19] The flow chart which shows actuation of signal calculation processing

[Drawing 20] The flow chart which shows actuation of the weighting addition processing using a bit shift

[Drawing 21] The outline block diagram showing the configuration of RB interpolation means in the image processing system by the 2nd operation gestalt of this invention

[Drawing 22] red (R) -- and green -- drawing showing the example of the color edge

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11)特許出願公開番号

特開2001-292455

( P2001-292455A )

(43)公開日 平成13年10月19日 (2001. 10. 19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 N 9/07		H 0 4 N 9/07	C 5 B 0 5 7
			A 5 C 0 6 5
G 0 6 T 1/00	5 1 0	G 0 6 T 1/00	5 1 0 5 C 0 7 9
3/40		3/40	C
H 0 4 N 1/48		H 0 4 N 1/46	A
審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 23 頁)			

(21)出願番号 特願2000-104978(P2000-104978)

(22)出願日 平成12年4月6日(2000. 4. 6)

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 青山 達也

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74)代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

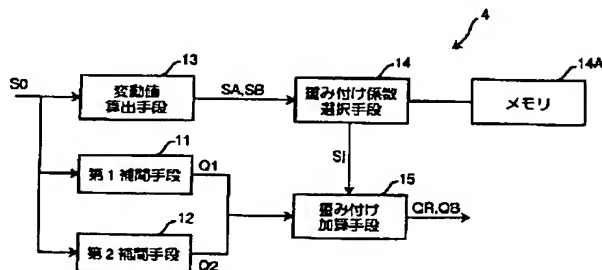
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理方法および装置並びに記録媒体

(57)【要約】

【課題】 単板CCDのような撮像デバイスにおいて得られる画像データについて、所定方向およびこれに直交する方向についての信号推定値を重み付け加算して全画素位置における信号値を推定するに際し、重み付け係数算出のための演算量を低減する。

【解決手段】 第1補間手段11では所定方向についての信号値Q1が算出され、第2補間手段12ではこれに直交する方向について信号値Q2が算出される。変動値算出手段13では、信号値を算出する画素位置での所定方向および直交方向の信号値の変動量を変動値SA、SBとして算出する。複数の重み付け係数に対する変動値SA、SBの対応関係をメモリ14Aに記憶しておき、重み付け係数選択手段14はメモリ14Aを参照して重み付け係数Sjを選択する。重み付け加算手段15においては、選択された重み付け係数Sjにより信号Q1、Q2を重み付け加算してR信号QR、B信号QBを求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なる分光感度を有する第1から第3の光電変換素子を単一面上に配置して撮像面が形成された撮像デバイスであって、前記第1および前記第2の光電変換素子を所定方向に交互に配置して第1ラインを形成し、前記第1および前記第3の光電変換素子を前記所定方向に交互に配置して第2ラインを形成し、前記所定方向と直交する直交方向において前記第1および前記第2の光電変換素子が交互に、かつ前記第1および前記第3の光電変換素子が交互に配置されるよう、前記第1および前記第2ラインを前記直交方向に交互に配置することにより、第1から第3画素からなる前記撮像面が形成された撮像デバイスにおいて得られた第1から第3信号値に基づいて、全画素位置における前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する画像処理方法において、

前記所定方向についての信号値の推定値である所定方向推定値および前記直交方向についての信号値の推定値である直交方向推定値を算出し、

前記所定方向についての信号値の変動量を表す所定方向変動値および前記直交方向についての信号値の変動量を表す直交方向変動値を算出し、

前記所定方向変動値および前記直交方向変動値の加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率を、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算する際の重み付け係数として算出するに際し、

前記重み付け係数が一定であるとした場合の前記所定方向変動値と前記直交方向変動値との関係に基づいて、複数の重み付け係数に対する所定方向変動値および直交方向変動値の対応関係を予め算出して記憶した記憶手段を参照して、前記所定方向変動値および前記直交方向変動値に基づいて、前記複数の重み付け係数から一の重み付け係数を選択し、

該一の重み付け係数に基づいて、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算して、前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定することを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】 前記記憶手段に記憶された前記対応関係における前記複数の重み付け係数が、前記加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率が $1/2^n$ （ $n$ は自然数）となるように設定されてなり、

前記重み付け加算を、前記選択された一の重み付け係数に基づくビットシフトにより行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理方法。

【請求項3】 異なる分光感度を有する第1から第3の光電変換素子を単一面上に配置して撮像面が形成された撮像デバイスであって、前記第1および前記第2の光電変換素子を所定方向に交互に配置して第1ラインを形

成し、前記第1および前記第3の光電変換素子を前記所定方向に交互に配置して第2ラインを形成し、前記所定方向と直交する直交方向において前記第1および前記第2の光電変換素子が交互に、かつ前記第1および前記第3の光電変換素子が交互に配置されるよう、前記第1および前記第2ラインを前記直交方向に交互に配置することにより、第1から第3画素からなる前記撮像面が形成された撮像デバイスにおいて得られた第1から第3信号値に基づいて、全画素位置における前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する画像処理装置において、

前記所定方向についての信号値の推定値である所定方向推定値および前記直交方向についての信号値の推定値である直交方向推定値を算出する推定値算出手段と、

前記所定方向についての信号値の変動量を表す所定方向変動値および前記直交方向についての信号値の変動量を表す直交方向変動値を算出する変動値算出手段と、

前記所定方向変動値と前記直交方向変動値との加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率を、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算する際の重み付け係数として算出するに際し、前記重み付け係数が一定であるとした場合の前記所定方向変動値と前記直交方向変動値との関係に基づいて、複数の重み付け係数に対する所定方向変動値および直交方向変動値の対応関係を予め算出して、該対応関係を記憶した記憶手段と、

前記所定方向変動値および前記直交方向変動値に基づいて、前記記憶手段を参照して前記複数の重み付け係数から一の重み付け係数を選択する重み付け係数選択手段と、

該一の重み付け係数に基づいて、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算して、前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する重み付け加算手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 前記記憶手段に記憶された前記対応関係における前記複数の重み付け係数が、前記加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率が $1/2^n$ （ $n$ は自然数）となるように設定されてなり、

前記重み付け加算手段は、前記重み付け加算を、前記選択された一の重み付け係数に基づくビットシフトにより行う手段であることを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

【請求項5】 異なる分光感度を有する第1から第3の光電変換素子を単一面上に配置して撮像面が形成された撮像デバイスであって、前記第1および前記第2の光電変換素子を所定方向に交互に配置して第1ラインを形成し、前記第1および前記第3の光電変換素子を前記所定方向に交互に配置して第2ラインを形成し、前記所定

10

20

30

40

50

方向と直交する直交方向において前記第1および前記第2の光電変換素子が交互に、かつ前記第1および前記第3の光電変換素子が交互に配置されるよう、前記第1および前記第2ラインを前記直交方向に交互に配置することにより、第1から第3画素からなる前記撮像面が形成された撮像デバイスにおいて得られた第1から第3信号値に基づいて、全画素位置における前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体において、前記プログラムは、前記所定方向についての信号値の推定値である所定方向推定値および前記直交方向についての信号値の推定値である直交方向推定値を算出する手順と、前記所定方向についての信号値の変動量を表す所定方向変動値および前記直交方向についての信号値の変動量を表す直交方向変動値を算出する手順と、前記所定方向変動値および前記直交方向変動値の加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率を、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算する際の重み付け係数として算出するに際し、前記重み付け係数が一定であるとした場合の前記所定方向変動値と前記直交方向変動値との関係に基づいて、複数の重み付け係数に対する所定方向変動値および直交方向変動値の対応関係を予め算出して記憶した記憶手段を参照して、前記所定方向変動値および前記直交方向変動値に基づいて、前記複数の重み付け係数から一の重み付け係数を選択する手順と、該一の重み付け係数に基づいて、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算して、前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する手順とを有することを特徴とするコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項6】 前記記憶手段に記憶された前記対応関係における前記複数の重み付け係数が、前記加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率が $1/2^n$ （ $n$ は自然数）となるように設定されており、前記重み付け加算を行う手順は、前記重み付け加算を、前記選択された一の重み付け係数に基づくビットシフトにより行う手順であることを特徴とする請求項5記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、単板CCDのような撮像デバイスにおいて得られた信号値を用いて、撮像デバイスの全画素位置における信号値を推定する画像処理方法および装置並びに画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読

取り可能な記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】デジタルカメラに用いられるCCD等の撮像デバイスとしては、分光感度が異なる複数種類の光電変換素子を同一平面上に交互に配置して構成されているものが知られている（以下単板CCDと称する）。ここで、R、G、Bのそれぞれに分光感度を有する光電変換素子、すなわちR、G、Bの各チャンネルの光電変換素子を交互に配置した単板CCDの場合、連続したR、G、Bチャンネルの3個の光電変換素子の組が1つの画素を構成することとなる。しかしながら、このような単板CCDにおいては各画素のR、G、B信号値を同一画素位置において得ることができないため、色ずれや偽色が生じることがある。また、各チャンネルの光電変換素子数は単板CCDを構成する全素子数よりも少ないため、高解像度の画像を得ることができない。例えばR、G、B各チャンネルの光電変換素子を交互に配置した単板CCDにおいては、各チャンネルの光電変換素子数は全素子数の $1/3$ しかないため、同一素子数のモノクロ撮像装置に比べて解像度が $1/3$ になってしまう。このため、R、G、B各チャンネルの光電変換素子が存在しない部分における信号値を補間処理により求める方法が提案されているが、単に補間処理を行うのみでは、信号値が大きく変化する部分において偽色が発生することがある。この場合、撮像系に光学ローパスフィルタを使用したり、撮像信号に対してローパスフィルタによる平滑化処理を行うことにより偽色の発生を防止することができるが、この場合解像度が悪化するという問題がある。

【0003】ここで、人間の視覚特性は色よりも輝度に対して感度が高いものである。このため、単板CCDにおいて得られたカラー撮像信号から、各画素の輝度を表す高周波の輝度信号と、上述した補間処理およびローパスフィルタによる平滑化処理によって得られた低周波の色信号とを生成し、輝度信号および色信号を用いてカラー画像信号を再構成するようにした方法が提案されている（特開平10-200906号等）。この方法によれば、人間の視覚特性において感度が高い輝度成分に対してより多くの情報が与えられることとなるため、見かけ上解像度が高い画像を再現可能なカラー画像信号を得ることができる。

【0004】ところで、単板CCDとして、例えば図30に示すように市松状に画素が配置されたハニカム配列のアレイ構造を有するCCDが知られている（例えば特開平10-136391号）。なお、これを市松状の画素配列と称することもある。また、図31に示すように正方状に画素が配置されたベイヤー配列のアレイ構造を有するCCDも知られている。なお、これを正方状の画素配列と称することもある。このようなアレイ構造すなわち画素配列を有する単板CCDにおいても上記と同様に偽色の問題が生じる。このため、上述したベイヤー配

列のCCDにおいて得られた光量ベースの信号について偽色を除去するために、画像中の局所的な領域においては、 $r$ 、 $g$ 、 $b$ の信号の比は略一定であるという仮定に基づいて、ベイヤー配列のCCDにおける垂直方向または水平方向のラインにおいて、隣接するラインにおける $r$ 信号と $g$ 信号との比を $g$ 信号に乗算することにより、そのラインにおける $r$ 信号を算出するようにした方法が知られている（特開平9-214989号）。この方法は、具体的には、図32に示す画素配列において、 $g12$ 画素位置における $r$ 信号 $r12$ を求めるには、まず $r11$ 画素位置における $g11$ 信号を $(g6+g16)/2$ の演算により算出し、 $r11:g11=r12:g12$ という仮定に基づいて、 $r12=g12 \times r11/g11$ の演算により $r12$ 信号を算出するものである。

【0005】しかしながら、上記特開平10-200906号等に記載された方法においては、単板CCDにおいて得られた撮像信号に対してどのようなローパスフィルタにより平滑化処理を施しても、実際の画像における高周波成分が画像中にすでに折り返されてしまっているため、折り返しひずみによるモアレを取り除くことができず、その結果偽色を十分に除去することができない。

【0006】一方、上記特開平9-214989号に記載された方法によれば、効果的に偽色を除去することができる。とくにこの方法は、画像の局所的な領域においては、 $r:g:b$ の光量の比が一定であるという仮定に基づいており、得られたRGB信号の比が光量に比例しているアナログ信号である場合には、ベイヤー配列のCCDにおいて得られる画像信号における偽色を効率よく除去することができる。しかしながら、デジタルカメラにより得られる画像信号は、 $A/D$ 変換を行って光量 $r$   
30  $g$   $b$ をデジタルのRGB信号に変換する場合に、量子化誤差を低減するため、およびコンピュータ系のビデオ回\*

$$R(B24)A = G(B24)A + ((R(G33)A - G33) + (R(G15)A - G15))/2 \quad (1)$$

但し、 $G(B24)A$ 信号は、画素が $B02$ 、 $G13$ 、 $B24$ 、 $G35$ …と並ぶライン上の $G$ 画素位置における $G$ 信号に対して、矢印A方向に1次元Cubicスプライン補間演算等の1次元補間演算を施して求めた $B24$ 画素位置の $G$ 信号である。また、 $R(G33)A$ 信号は、画素が… $R22$ 、 $G33$ 、 $R44$ 、 $G55$ …と並ぶライン上の $R$ 画素位置における $R$ 信号に対して、矢印A方向に  
40 1次元補間演算を施して求めた $G33$ 画素位置の $R$ 信号※

$$R(B24)B = G(B24)B + ((R(G13)B - G13) + (R(G35)B - G35))/2 \quad (2)$$

但し、 $G(B24)B$ 信号は、画素が $B06$ 、 $G15$ 、 $B24$ 、 $G33$ …と並ぶライン上の $G$ 画素位置における $G$ 信号に対して、矢印B方向に1次元補間演算を施して求めた $B24$ 画素位置の $G$ 信号である。また、 $R(G13)B$ 信号は、画素が $R04$ 、 $G13$ 、 $R22$ 、 $G31$ …と並ぶライン上の $R$ 画素位置における $R$ 信号に対して、矢印B方向に1次元補間演算を施して求めた $G13$ 画素位置の $R$ 信号である。さらに、 $R(G35)B$ 信号  
50

\*路へ信号を入力するために、例えば $R = r^{0.45}$ 、 $R = \log(r)$ のように、光量に対する指数値、対数値となるように信号値が表されていることから、 $r:g:b = R:G:B$ とはならないものである。このため、上記特開平9-214989号に記載された方法は、信号値が光量に比例するアナログ信号に対しては偽色を除去することができるが、信号値が光量の指数値や対数値により表されている場合には偽色を除去することはできない。また、偽色はベイヤー配列の単板CCDのみならずハニカム配列の単板CCDにおいても発生する。

【0007】このため、撮像デバイスにおいて得られた信号値が、光量に対する指数値や対数値により表されている場合、画像の局所的な領域においてはRGB各信号値の差は一定であるという前提に基づき、信号値を算出する画素位置における信号値が変化する方向を考慮して、各画素位置における信号値を算出する方法が提案されている（特願平11-212202号）。以下、この方法について具体的に説明する。

【0008】まず、撮像デバイスであるCCDの画素配列を図30に示すハニカム配列とし、図33に示すように各画素位置に参照番号を付与する。なお、この画素配列を正方配列と見なした場合に、信号値を有さない画素位置を図33において\*を用いて示す。また、各チャンネルにおいて得られる信号値は8ビットであるものとし、紙面左上から右下に延在する方向を矢印A方向、紙面右上から左下に延在する方向を矢印B方向とし、以下本明細書中においては矢印A方向および矢印B方向は不変とする。なお、ここでは $B24$ 画素位置における $R$ 信号（以下 $R(B24)$ 信号と表記する）の算出について説明する。まず、矢印A方向について、下記の式（1）により $B24$ 画素位置の $R(B24)A$ 信号を求める。

【0009】

※である。さらに、 $R(G15)A$ 信号は、画素が $R04$ 、 $G15$ 、 $R26$ 、 $G37$ …と並ぶライン上の $R$ 画素位置における $R$ 信号に対して、矢印A方向に1次元補間演算を施して求めた $G15$ 画素位置の $R$ 信号である。

【0010】次に、矢印B方向について、下記の式

（2）により $B24$ 画素位置の $R(B24)B$ 信号を求める。

【0011】

は、画素が… $R26$ 、 $G35$ 、 $R44$ 、 $G53$ …と並ぶライン上の $R$ 画素位置における $R$ 信号に対して、矢印B方向に1次元補間演算を施して求めた $G35$ 画素位置の $R$ 信号である。

【0012】そして、下記の式（3）、（4）により、 $B24$ 画素位置における矢印A方向および矢印B方向についての信号値の変動量を表す変動値 $SA$ 、 $SB$ を算出し、さらに、変動値 $SA$ 、 $SB$ を用いて式（5）により



R ( B 2 4 ) A 信号と R ( B 2 4 ) B 信号とを重み付け加算するための重み付け係数  $S_j$  を算出する。

【0013】

$$SA = |B24 - G(B24)A| / (B24 + G(B24)A) \quad (3)$$

$$SB = |B24 - G(B24)B| / (B24 + G(B24)B) \quad (4)$$

$$S_j = SA / (SA + SB) \quad (SA + SB = 0 \text{ なら } S_j = 0.5) \quad (5)$$

このように重み付け係数  $S_j$  が求められると、下記の式 (6) により、R ( B 2 4 ) 信号を算出する。

【0014】

$$R(B24) = (1 - S_j) * R(B24)A + S_j * R(B24)B \quad (6)$$

この方法によれば、撮像デバイスにおいて得られた信号値が指数値や対数値により表されている場合であっても、偽色を発生させることなく全画素位置における信号値を求めることができる。また、この方法において、信号値が変化する方向に応じて、撮像デバイス上の所定方向およびこれに直交する直交方向について算出された信号値を上記式 (6) に示すように重み付け加算して、各画素位置における信号値を算出することにより、信号値の変化方向に拘わらず偽色の発生を防止できるとともに、アーチファクトの発生をも防止することができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上記特願平11-212202号の方法では、上記式 (5) において、変動値  $SA$  に対して変動値  $SA$  と変動値  $SB$  との加算値 ( $SA + SB$ ) による除算を行うことにより、重み付け係数を算出している。ここで、種々の演算を行う演算回路においては、演算が加算、減算および乗算のみである場合には、比較的少ない演算素子により回路を構成することができる。しかしながら、上記式 (5) のように除算が含まれると、演算が複雑となるため多数の演算素子が必要となり回路の構成が複雑化するとともに、演算に長時間を要するものとなる。

【0016】本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、簡易な回路構成により重み付け係数を求めることができる画像処理方法および装置並びに画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することを目的とするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明による画像処理方法は、異なる分光感度を有する第1から第3の光電変換素子を単一面上に配置して撮像面が形成された撮像デバイスであって、前記第1および前記第2の光電変換素子を所定方向に交互に配置して第1ラインを形成し、前記第1および前記第3の光電変換素子を前記所定方向に交互に配置して第2ラインを形成し、前記所定方向と直交する直交方向において前記第1および前記第2の光電変換素子が交互に、かつ前記第1および前記第3の光電変換素子が交互に配置されるよう、前記第1および前記第2ラインを前記直交方向に交互に配置することにより、

第1から第3画素からなる前記撮像面が形成された撮像デバイスにおいて得られた第1から第3信号値に基づいて、全画素位置における前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する画像処理方法において、前記所定方向についての信号値の推定値である所定方向推定値および前記直交方向についての信号値の推定値である直交方向推定値を算出し、前記所定方向についての信号値の変動量を表す所定方向変動値および前記直交方向についての信号値の変動量を表す直交方向変動値を算出し、前記所定方向変動値および前記直交方向変動値の加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率を、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算する際の重み付け係数として算出するに際し、前記重み付け係数が一定であるとした場合の前記所定方向変動値と前記直交方向変動値との関係に基づいて、複数の重み付け係数に対する所定方向変動値および直交方向変動値の対応関係を予め算出して記憶した記憶手段を参照して、前記所定方向変動値および前記直交方向変動値に基づいて、前記複数の重み付け係数から一の重み付け係数を選択し、該一の重み付け係数に基づいて、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算して、前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定することを特徴とするものである。

【0018】ここで、図30に示すようなハニカム配列の単板 CCD において、第1から第3画素、第1信号値から第3信号値をそれぞれ  $G$ 、 $R$ 、 $B$  に対応させるとすると、第1ラインは図30上左上から右下方向（これを所定方向とする）に  $G$   $R$  画素を交互に配置した  $GR$  ラインとなり、第2ラインは第1ラインと同様の方向に  $G$   $B$  画素を交互に配置した  $GB$  ラインとなる。また、所定方向と直交する方向にも  $GR$  ラインおよび  $GB$  ラインが交互に配置されている。本発明による画像処理方法は、単板 CCD のような撮像デバイスにおいて得られる信号値が光量に対する指数値や対数値により表されている場合には、画像上の局所的な領域において、各信号値の差分値が等しくなるという前提に基づいて、このような撮像デバイスにおいて得られた第1から第3信号値から、各画素位置における全ての信号値を推定するようにしたものである。なお、本発明においては撮像デバイスの画素配列はこれに限定されるものではない。

【0019】「所定方向推定値」および「直交方向推定値」とは、所定方向および直交方向についてそれぞれ推定した第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値のことである。

【0020】「所定方向変動値および直交方向変動値を算出する」とは、例えば上記式 (3)、(4) に示す演算方法により変動値  $SA$  および変動値  $SB$  を所定方向変動値および直交方向変動値として求めることをいう。また、下記の式 (7)、(8) に示す演算方法により変動



値  $S_A$  および変動値  $S_B$  を所定方向変動値および直交方向変動値として求めてもよい。

【0021】

$$SA = |B24 - G(B24)A| \quad (7)$$

$$SB = |B24 - G(B24)B| \quad (8)$$

なお、本発明による画像処理方法においては、前記記憶手段に記憶された前記対応関係における前記複数の重み付け係数が、前記加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率が  $1/2^n$  ( $n$  は自然数) となるように設定されてなり、前記重み付け加算を、前記選択された一の重み付け係数に基づくビットシフトにより行うことが好ましい。

【0022】ここで、本発明においては、加算値に対する所定方向変動値または直交方向変動値の比率が  $1/2^n$  ( $n$  は自然数) となるように重み付け係数が設定されていることから、所定方向推定値および直交方向推定値を2進数で表した場合、これらに  $1/2^n$  を乗算することは、これらの推定値を右側に  $n$  ビットシフトさせることと等価な演算を行っていることとなる。したがって、「一の重み付け係数に基づくビットシフト」とは、一の重み付け係数の値  $1/2^n$  に基づいて、所定方向推定値および直交方向推定値を右側に  $n$  ビットシフトさせることにより、重み付け加算を行うことをいう。

【0023】また、本発明による画像処理方法においては、前記第1から前記第3の光電変換素子が、それぞれ  $G$  (グリーン)、 $B$  (ブルー)、 $R$  (レッド) のいずれかの色、あるいは  $Y$  (イエロー)、 $G$  (グリーン)、 $C$  (シアン) のいずれかの色に分光感度を有するものであることが好ましい。

【0024】本発明による画像処理装置は、異なる分光感度を有する第1から第3の光電変換素子を単一面上に配置して撮像面が形成された撮像デバイスであって、前記第1および前記第2の光電変換素子を所定方向に交互に配置して第1ラインを形成し、前記第1および前記第3の光電変換素子を前記所定方向に交互に配置して第2ラインを形成し、前記所定方向と直交する直交方向において前記第1および前記第2の光電変換素子が交互に、かつ前記第1および前記第3の光電変換素子が交互に配置されるよう、前記第1および前記第2ラインを前記直交方向に交互に配置することにより、第1から第3画素からなる前記撮像面が形成された撮像デバイスにおいて得られた第1から第3信号値に基づいて、全画素位置における前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する画像処理装置において、前記所定方向についての信号値の推定値である所定方向推定値および前記直交方向についての信号値の推定値である直交方向推定値を算出する推定値算出手段と、前記所定方向についての信号値の変動量を表す所定方向変動値および前記直交方向についての信号値の変動量を表す直交方向変動値を算出する変動値算出手段と、前記所定方向変動値と

前記直交方向変動値との加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率を、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算する際の重み付け係数として算出するに際し、前記重み付け係数が一定であるとした場合の前記所定方向変動値と前記直交方向変動値との関係に基づいて、複数の重み付け係数に対する所定方向変動値および直交方向変動値の対応関係を予め算出して、該対応関係を記憶した記憶手段と、前記所定方向変動値および前記直交方向変動値に基づいて、前記記憶手段を参照して前記複数の重み付け係数から一の重み付け係数を選択する重み付け係数選択手段と、該一の重み付け係数に基づいて、前記所定方向推定値および前記直交方向推定値を重み付け加算して、前記第1から第3信号値のうち少なくとも1つの信号値を推定する重み付け加算手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0025】なお、本発明による画像処理装置においては、前記記憶手段に記憶された前記対応関係における前記複数の重み付け係数が、前記加算値に対する前記所定方向変動値または前記直交方向変動値の比率が  $1/2^n$  ( $n$  は自然数) となるように設定されてなり、前記重み付け加算手段は、前記重み付け加算を、前記選択された一の重み付け係数に基づくビットシフトにより行う手段であることが好ましい。

【0026】さらに、本発明による画像処理装置においては、前記第1から前記第3の光電変換素子が、それぞれ  $G$ 、 $B$ 、 $R$  のいずれかの色に、あるいは  $Y$ 、 $G$ 、 $C$  のいずれかの色に分光感度を有するものであることが好ましい。

【0027】なお、本発明による画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして、コンピュータ読取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

【0028】また、本発明による画像処理装置をデジタルカメラ等の撮像装置、あるいはスキャナ等の画像読取装置に搭載して提供してもよい。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、所定方向変動値と直交方向変動値との加算値に対する所定方向変動値または直交方向変動値の比率を重み付け係数として算出するに際し、重み付け係数が一定であるとした場合の所定方向変動値と直交方向変動値との関係に基づいて、複数の重み付け係数に対する所定方向変動値および直交方向変動値の対応関係を予め算出しておき、これを記憶手段に記憶しておく。そして、信号値を推定する画素位置において所定方向変動値および直交方向変動値を算出し、上記記憶手段を参照して一の重み付け係数を選択し、この一の重み付け係数に基づいて、所定方向推定値と直交方向推定値との重み付け加算を行うようにしたものである。

【0030】ここで、重み付け係数を上記式(5)により算出する場合、これを変動量  $S_B$  について解くと、

30

40

50

て得られた画像データS0に対して処理を行うものとして説明する。

【0038】図4は、ハニカム配列の単板C C D 1の画素位置を示す図であり、各画素位置に参照番号を付して示すものである。ここでは、図4の左上から右下に向かう方向、すなわち図4において画素がR 0 0, G 1 1, R 2 2, G 3 3, R 4 4…と並ぶ方向(矢印A方向)を所定方向とし、この所定方向すなわち矢印A方向に直交する方向を矢印B方向とする。なお、本実施形態では画素位置に付与された参照番号を信号値の参照番号としても使用する。

【0039】図5は、R B補間手段4の構成を示す概略ブロック図である。図5に示すように、R B補間手段4は、図4における矢印A方向について全画素位置でのR信号およびB信号(総称して信号Q1とする)を算出する第1補間手段11と、矢印B方向について全画素位置でのR信号およびB信号(総称して信号Q2とする)を算出する第2補間手段12と、矢印A方向および矢印B方向における信号値の変動量を表す値を変動値SA, SBとして算出する変動値算出手段13と、第1補間手段11および第2補間手段12において得られた信号Q1, Q2を重み付け補間する際の重み付け係数Sjに対する変動値SA, SBの対応関係を、複数の重み付け係数について記憶したメモリ14Aと、変動値算出手段13において算出された変動値SA, SBに基づいて、メモリ14Aに記憶された対応関係を参照して複数の重み付け係数から一の重み付け係数Sjを選択する重み付け係数選択手段14と、重み付け係数選択手段14において選択された重み付け係数Sjにより、第1補間手段11および第2補間手段において得られた信号Q1, Q2を重み付け加算してR信号QRおよびB信号QBを得る重み付け加算手段15とを備える。

【0040】次いで、本実施形態のG補間手段3におけるG信号QGおよびR B補間手段4におけるR信号QR、B信号QBの算出について説明する。

【0041】(1) まず、RおよびB画素位置におけるG信号の算出処理について説明する。このG信号の算出\*

$$G(R44) = (G33 + G35 + G53 + G55) / 4 \quad (10)$$

$$G(B46) = (G35 + G37 + G55 + G57) / 4 \quad (11)$$

(2) 次に、R B補間手段4におけるR信号QRおよびB信号QBの算出について説明する。まず、第1および第2補間手段11, 12における信号Q1, Q2の算出について説明する。

【0044】1 まず、矢印A方向においてR, G画素が並ぶライン(以下第1のラインとする)におけるG画素位置での、矢印A方向についてのR信号の算出処理について説明する。この矢印A方向についての信号の算出は第1補間手段11において行われる。なお、以降の説明において、矢印A方向について算出された信号には参照符号に(A)を付し、矢印B方向について算出された信

\*はG補間手段3において行われる。RおよびB画素位置におけるG信号は、その画素位置周辺のG画素位置において得られるG信号に対してスプライン補間演算を施すことにより算出することができる。図6はスプライン補間演算を行う2次元Cubicスプライン補間フィルタの例を示す図である。図6に示す2次元Cubicスプライン補間フィルタは、G信号を算出する画素位置の近傍16画素のG画素位置におけるG信号に対して補間演算を施すものである。したがって、図7において実線で囲んだR 4 4画素位置でのG(R 4 4)信号は、破線で囲んだその周囲の16のG画素位置(G 1 1, G 1 3, G 1 5, G 1 7, G 3 1, G 3 3, G 3 5, G 3 7, G 5 1, G 5 3, G 5 5, G 5 7, G 7 1, G 7 3, G 7 5, G 7 7)のG信号に対して、図6に示す2次元Cubicスプライン補間フィルタによりフィルタリング処理を施すことにより算出される。一方、B 4 6画素位置でのG(B 4 6)信号は、破線で囲んだその周囲のG画素位置(G 1 3, G 1 5, G 1 7, G 1 9, G 3 3, G 3 5, G 3 7, G 3 9, G 5 3, G 5 5, G 5 7, G 5 9, G 7 3, G 7 5, G 7 7, G 7 9)のG信号に対して、同様にフィルタリング処理を施すことにより算出される。これにより、補間前にG信号が有する周波数成分を損なうことなく補間を行うことができ、この結果、全ての画素位置において元の周波数情報を保持したG信号を得ることができる。

【0042】ここで、補間演算の手法としては図4における縦横2次元方向における補間演算であれば、いかなる手法をも適用することができる。なお、G信号を算出する画素位置周辺のG画素位置において得られるG信号に対して単純な線形補間演算を施すことによりR, G画素位置におけるG信号を算出してもよい。例えば図7において実線で囲んだR 4 4画素位置でのG(R 4 4)信号およびB 4 6画素位置でのG(B 4 6)信号は、その周囲の4つのG画素位置におけるG信号を用いて下記の式(10)、(11)により算出してもよい。

【0043】

号には参照符号に(B)を付するものとする。また、矢印A方向にR, G画素が並ぶラインを第1のライン、矢印A方向にB, G画素が並ぶラインを第2のライン、矢印B方向にR, G画素が並ぶラインを第3のライン、矢印B方向にB, G画素が並ぶラインを第4のラインとする。

【0045】第1のラインにおける矢印A方向についてのG画素位置におけるR信号の算出処理は、そのG画素位置が含まれる第1のライン上におけるR信号に対して1次元補間演算を施すことにより行われる。例えば、図8における実線で囲んだG 3 3画素位置でのR(G 3

3) A信号は、G33画素位置が存在する第1のライン上のG33画素位置周辺の4点のR画素(R00, R22, R44, R66)において得られるR信号に対して、下記の式(12)に示す1次元Cubicスプライン補

$$R(G33)A = (-3 \cdot R00 + 19 \cdot R22 + 19 \cdot R44 - 3 \cdot R66) / 32 \quad (12)$$

なお、第1のラインにおいて矢印A方向に隣接する2つのR画素位置におけるR22, R44信号を用いて下記※

$$R(G33)A = (R22 + R44) / 2$$

また、補間演算の手法としてはこの第1のライン上の矢印A方向における1次元補間演算であれば、いかなる手法をも適用することができる。そしてこれにより第1のライン上のG画素位置におけるR信号を算出することができる。

【0048】2次に、矢印A方向においてR, G画素が並ぶ第1のラインにおけるG画素位置での、矢印B方向についてのR信号の算出処理について説明する。この矢印B方向についての信号の算出は第2補間手段12において以下のようにして行われる。まず、R信号を算出するG画素位置に矢印A方向において隣接する画素位置を求める。例えば、ここでは図9に示す実線で囲んだG33画素位置でのR(G33)B信号を算出するものとする、G33画素位置に隣接する画素位置は破線で囲んだR22画素位置およびR44画素位置となる。そしてこのR22画素位置におけるR22信号とG(R22)信号との差およびR44画素位置におけるR44信号とG(R44)信号との差の平均値を、G33画素位置におけるG33信号に加算し、その加算結果をG33画素位置におけるR(G33)B信号とする。

【0049】ここで、R22信号のみを用いた場合、G33画素位置でのR(G33)B信号は下記の式(14)により算出される。

【0050】

$$R(G33)B = G33 + (R22 - G(R22)) \quad (14)$$

なお、式(14)は画像の局所的な領域におけるR信号とG信号との差は等しいという前提により定められるものである。例えば、R22画素位置およびG33画素位置でのR信号とG信号との差が等しいとは、

$$R(G33)B - G33 = R22 - G(R22) \quad (15)$$

の関係を満たすということであり、式(15)をR(G33)B信号について解いたものが式(14)となる。

なお、式(14)においてG(R22)信号は、上記(1)の方法により算出されたものではなく、R22画素位置が存在する第3のライン上のG信号に対して、矢印B方向に下記の式(16)に示す線形補間演算や式(12)に示す1次元Cubicスプライン補間演算等の1次元補間演算を施すことにより算出したものである。したがって、G(R22)信号には参照符号Bが付されることとなる。

$$G(R22)B = (G31 + G13) / 2 \quad (16)$$

すなわち、式(14)では、画像の局所的な領域にお

\* 間演算等の1次元補間演算を施すことにより算出される。

【0046】

※の式(13)により算出してもよい。

【0047】

$$(13)$$

るR信号とG信号との差は等しいという前提により信号値を算出しており、信号値の算出に使用するのは矢印B方向においてG33画素位置が存在する第4のラインと、R22画素位置が存在する第3のラインである。これは、第3および第4のライン上にある画素値の相関関係に基づいて信号値を算出しているということであり、不明な信号値について矢印B方向における信号値の変化を反映させて信号値を算出する必要がある。2の処理において、R22信号のみを用いた場合、G33画素位置でのR(G33)B信号は上記式(15)に示す関係に基づいて算出されるが、G(R22)信号が不明であるため、これを推定する必要がある。ここで、式(15)は第3および第4のライン間における相関関係を表しているため、G(R22)信号を推定するには、第3のライン上において矢印B方向の信号値の変化を反映させる必要がある。この場合、上記(1)の方法により算出したG信号を使用することが考えられるが、このG信号は式(10)、(11)に示すように、別のラインの信号値を用いて算出しているものであるため、第3のライン上における矢印B方向の信号値の変化を反映したものではない。このため、矢印B方向の信号値の変化を反映させるために、式(16)のように第3のライン上において、矢印B方向についての1次元補間演算を行ってG(R22)B信号を算出しているものである。

【0052】一方、R44信号のみを用いると、上記式(15)の関係に基づいて、G33画素位置でのR(G44)B信号は下記の式(17)により算出される。

【0053】

$$R(G33)B = G33 + (R44 - G(R44))B \quad (17)$$

なお、G(R44)B信号は式(16)と同様に算出される。ここで、本実施形態においては、式(14)あるいは(17)のいずれかによりR(G33)B信号を求めてもよいが、G画素位置の片側のみ隣接する画素位置の信号値を用いたのでは、画像の位相がその方向に近寄ってしまう。これを防止するために、下記の式(18)に示すように、R信号を算出するG画素位置(例えばG33画素位置)の両隣の画素位置(R22, R44画素位置)におけるR信号とG信号との差の平均値を、R信号を算出するG画素位置におけるG信号に加算したものを、そのG画素位置におけるR信号としたものである。

【0054】

$$R(G33)B = G33 + ((R22 - G(R22)B) + (R44 - G(R44)B)) / 2 \quad (18)$$

そしてこれにより、矢印B方向についてのG画素位置でのR(G33)B信号を算出することができる。

【0055】3次に、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるG画素位置での、矢印A方向についてのR信号の算出処理について説明する。この矢印A方向についての信号の算出は第1補間手段11において行われる。まず、R信号を算出するG画素位置に矢印B方向において隣接する画素位置を求める。例えば、ここでは図10に示す実線で囲んだG35画素位置でのR(G35)A信号を算出するものとする、G35画素位置に隣接する画素位置は破線で囲んだR26画素位置およびR44画素位置となる。そして上記2の処理と同様に、下記の式(19)に示すように、R26画素位置におけるR26信号とG(R26)A信号との差およびR44画素位置におけるR44信号とG(R44)A信号との差の平均値を、G35画素位置におけるG35信号に加算し、その加算結果をG35画素位置におけるR(G35)A信号とする。

$$R(G35)A = G35 + ((R26 - G(R26)A) + (R44 - G(R44)A)) / 2 \quad (19)$$

なお、G(R26)A信号およびG(R44)A信号は、R26およびR44画素位置が存在する第1のライン上におけるG信号に対して、矢印A方向に1次元補間演算を施すことにより算出したものである。そしてこれにより、矢印A方向についてのG画素位置でのR(G35)A信号を算出することができる。

【0057】4次に、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるG画素位置での、矢印B方向についてのR信号の算出処理について説明する。この矢印B方向についての信号の算出は、第2補間手段12において、そのG画素位置が含まれる第3のライン上にお

$$R(G35)B = (-3 \cdot R08 + 19 \cdot R26 + 19 \cdot R44 - 3 \cdot R62) / 32 \quad (20)$$

5次に、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるB画素位置での矢印A方向についてのR信号の算出処理について説明する。この矢印A方向についての信号の算出は第1補間手段11において行われる。まず、R信号を算出するB画素位置に矢印B方向において隣接する画素位置を求める。例えば、ここでは図12に示す実線で囲んだB24画素位置でのR(B24)A信号を算出するものとする、B24画素位置に隣接する画素位置は破線で囲んだG15画素位置およびG33★

$$R(B24)A = G(B24)A + ((R(G33)A - G33) + (R(G15)A - G15)) / 2 \quad (21)$$

なお、R(G15)A信号およびR(G33)A信号は、G15およびG33画素位置が存在する第1のライン上におけるR信号に対して、矢印A方向に1次元補間演算を施すことにより算出したものであり、1の処理において算出したR信号そのものである。また、G(B24)A信号は、B24画素位置が存在する第2のライン上におけるG信号に対して矢印A方向に1次元補間演算を施すことにより算出したものである。そしてこれにより、矢印A方向についてのB画素位置でのR(B24)A信号を算出することができる。

【0060】6次に、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるB画素位置での矢印B方向についてのR信号の算出処理について説明する。この矢印B方向についての信号の算出は第2補間手段12におい

$$R(B24)B = G(B24)B + ((R(G35)B - G35) + (R(G13)B - G13)) / 2 \quad (22)$$

なお、R(G13)B信号およびR(G35)B信号

\* 素位置に隣接する画素位置は破線で囲んだR26画素位置およびR44画素位置となる。そして上記2の処理と同様に、下記の式(19)に示すように、R26画素位置におけるR26信号とG(R26)A信号との差およびR44画素位置におけるR44信号とG(R44)A信号との差の平均値を、G35画素位置におけるG35信号に加算し、その加算結果をG35画素位置におけるR(G35)A信号とする。

【0056】

\* けるR信号に対して、1次元補間演算を施すことにより行われる。例えば、図11における実線で囲んだG35画素位置でのR(G35)B信号は、G35画素位置が存在する第3のライン上におけるG35画素位置周辺の4点のR画素(R08, R26, R44, R62)において得られるR信号に対して、1の処理と同様に1次元補間演算を施すことにより算出される。1次元Cubicスプライン補間演算による算出の例を下記の式(20)に示す。

【0058】

★画素位置となる。そして上記2の処理と同様に、下記の式(21)に示すように、G15画素位置におけるR(G15)A信号とG15信号との差およびG33画素位置におけるR(G33)A信号とG33信号との差の平均値を、B24画素位置におけるG(B24)A信号に加算し、その加算結果をB24画素位置におけるR(B24)A信号とする。

【0059】

☆で行われる。まず、R信号を算出するB画素位置に矢印A方向において隣接する画素位置を求める。例えば、ここでは図13に示す実線で囲んだB24画素位置でのR(B24)B信号を算出するものとする、B24画素位置に隣接する画素位置は破線で囲んだG13画素位置およびG35画素位置となる。そして上記2の処理と同様に、下記の式(22)に示すように、G13画素位置におけるR(G13)B信号とG13信号との差およびG35画素位置におけるR(G35)B信号とG35信号との差の平均値を、B24画素位置におけるG(B24)B信号に加算し、その加算結果をB24画素位置におけるR(B24)B信号とする。

【0061】

50 は、G13およびG35画素位置が存在する第3のライ

化を表す。

【0073】以上のように算出された変動値  $S_A$  は重み付け係数選択手段14に入力される。以下付け係数選択手段14における重み付け係数の算出について説明する。本実施形態においては、基本的に式(29)に示すように重み付け係数  $S_j$  が算出される。

【0074】

$S_j = SA / (SA + SB)$  (if  $SA + SB = 0$  then  $S_j = 0.5$ ) (なお、式(29)において  $SA + SB = 0$  となる  $SA$ ,  $SB \geq 0$  であることから、 $SA = SB = C$  である。ここで、種々の演算を行う演算回路においては、演算が加算、減算および乗算のみである場合比較的少ない演算素子により回路を構成することとなる。しかしながら、式(29)のように除算がなされると、演算が複雑となるため多数の演算素子が必要回路の構成が複雑化するとともに、演算に長時間を要するものとなる。

【0075】ここで、重み付け係数  $S_j$  を式(29)より算出する場合、これを変動量  $SB$  について変換すると、

$$SB = ((1 - S_j) / S_j) * SA \quad (29')$$

となる。これは重み付け係数  $S_j$  が一定であるとき、値  $SA$  と変動値  $SB$  との関係は、比例関係にあることを示している。したがって、 $x$  軸を変動値  $SA$ 、 $y$  軸を変動値  $SB$  とする2次元平面を設定すると、この平面上においては、図14に示すように、重み付け係数  $S_j$  はその重み付け係数に応じた傾きを有する原点を除く直線と表されるものとなる。以下、この関係を用いて式(29)における除算処理の省略について説明する。

【0076】図15は重み付け係数選択手段14における重み付け係数  $S_j$  の算出処理を説明するためのものである。本実施形態においては、重み付け係数  $S_j$  が一定であると変動値  $SA$  と変動値  $SB$  とは比例関係にある。したがって、 $SA - SB$  平面においては重み付け係数  $S_j$  はその傾きを有する直線となる、ということを利便性上、まず重み付け係数  $S_j$  を図14に示すように  $S_j = 0.25, 0.5, 0.75, 1.0$  の5段階に設定する。そして、図15に示すように  $SA - SB$  平面において  $S_j = 0, 0.125, 0.375, 0.5, 0.875, 1$  を境界として5つの領域  $A_1 \sim A_5$  をそれぞれ  $S_j = 0.25, 0.5, 0.75, 1.0$  に対応付ける。ここで、 $S_j = 0.125$  の場合  $SB = 7SA$ 、 $S_j = 0.375$  の場合  $SB = 5/3SA$ 、 $S_j = 0.625$  の場合  $SB = 3/5SA$ 、 $S_j = 0.875$  の場合  $SB = 1/7SA$  となる。

【0077】したがって、重み付け係数選択手段14に接続されたメモリ14Aに、図15に示す関係  $B(R44) = (1 - S_j) * B(R44)A$

ン上におけるR信号に対して、矢印B方向に1次元補間演算を施すことにより算出したものであり、4の処理において算出したR信号そのものである。また、 $G(B24)$  B信号は、 $B24$  画素位置が存在する第4のライン上におけるG信号に対して、矢印B方向に1次元補間演算を施すことにより算出したものである。そしてこれにより、矢印B方向についてのB画素位置での  $R(B24)$  B信号を算出することができる。

【0062】以上、1の処理により、矢印A方向においてR、G画素が並ぶ第1のラインにおけるG画素位置での矢印A方向についてのR信号が算出され、2の処理により、矢印A方向においてR、G画素が並ぶ第1のラインにおけるG画素位置での矢印B方向についてのR信号が算出される。

【0063】また、3の処理により、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるG画素位置での矢印A方向についてのR信号が算出され、4の処理により、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるG画素位置での矢印B方向についてのR信号が算出される。

【0064】さらに、5の処理により、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるB画素位置での矢印A方向についてのR信号が算出され、6の処理により、矢印A方向においてB、G画素が並ぶ第2のラインにおけるB画素位置での矢印B方向についてのR信号が算出される。

【0065】以上、各画素位置における矢印A、B両方向でのR信号の算出について説明したが、B信号についても上記1から6の処理において説明したようにR信号と同様にして算出することができる。

【0066】変動値算出手段13は、後述する重み付け係数選択手段14において、1と2、3と4および5と6の処理により算出された矢印A、B方向の信号値を重み付け加算するための重み付け係数の算出に必要な変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものである。ここで、変動値  $SA$ ,  $SB$  とは信号値を推定する画素位置において、信号値の変動量を表す値のことをいう。

【0067】まず、1および2の処理により算出された矢印A、B方向のR信号の重み付け係数を算出するための変動値  $SA$ ,  $SB$  の算出について説明する。この矢印A方向についての変動値  $SA$  および矢印B方向についての変動値  $SB$  は下記の式(23)、(24)により算出する。なお、ここでは1および2の処理と同様に、図8に示す  $G33$  画素位置での信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。

$$SA = |R(G33)A - G33| \quad (23)$$

$$SB = |B(G33)B - G33| \quad (24)$$

ここで、式(23)における  $R(G33)A$  は1の処理において式(12)により算出された信号値、式(2

4) 画素位置の信号値の変動値を算出する。【0068】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0069】矢印A方向の変動値  $SA$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$  を算出するものとする。【0070】矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SB$  を算出するものとする。【0071】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0072】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0073】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0074】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0075】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0076】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0077】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0078】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0079】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0080】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0081】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0082】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0083】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0084】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0085】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0086】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0087】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0088】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0089】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0090】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0091】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0092】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0093】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0094】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0095】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0096】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0097】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0098】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0099】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。【0100】矢印A方向の変動値  $SA$  および矢印B方向の変動値  $SB$  は、図8に示す  $G33$  画素位置の信号値の変動値  $SA$ ,  $SB$  を算出するものとする。

として算出されるが、本実施形態においては、 $S_j$  または  $1 - S_j = 1/2^n$  ( $n$  は自然数) となるように重み付け係数が設定されているため、下記の式 (35) のように、ビットシフトを用いて整数化して演算を行うことも可能である。

【0083】

$$B(R44) = (B(R44)A + B(R44)B + 1) \gg 1 \quad (35)$$

ここで、 $\gg 1$  は信号値を2進数で表した際に、右側に1ビットシフトさせることを表す。このように、右側に1ビットシフトさせることにより、信号値は  $1/2$  倍されるため、式 (34) と等価な演算を行っていることとなる。なお、式 (35) において1を加算しているのは、演算結果を四捨五入するためである。

【0084】なお、図2(a)に示すペイヤー配列の単板CCD1においては画素配列を45度回転させると、その画素配列は図2(b)に示すハニカム配列と空孔画素位置\*を除けば同様のものとなる。したがって、上記の説明において、矢印A方向を図2における紙面上下方向、矢印B方向を図2における紙面左右方向とすることにより、ペイヤー配列の場合もハニカム配列の場合と同様に、全画素位置におけるRGB信号を算出することができる。

【0085】このようにして、全ての画素位置においてRGB全ての信号値QR、QG、QBが得られると、市松正方補間手段5において、図3における空孔画素位置\*でのRGB信号値を補間演算により算出して、画素が正方状に配列されてなる補間済み画像データS1を得る。この補間演算は、図16に示すような空孔画素位置\*周辺の4画素位置の信号値を用いた補間フィルタや、図17に示すように  $4 \times 4$  画素についての2次元Cubic スプライン補間演算を行う補間フィルタの補間係数の配置を45度傾斜させた補間係数の配置を有する補間フィルタを用いて補間演算を行うことにより求めることができる。なお、この空孔画素位置\*における信号値を算出するための補間演算を市松正方補間演算とする。また、補間演算についてはこれらに限定されるものではなく、上述したように求められた各画素位置におけるRGB信号をYCC輝度色差空間に変換し、YCC毎に異なる補間フィルタによる補間演算を施す等、空孔画素位置\*における信号値を算出するための補間演算であればいかなる方法をも採用可能である。

【0086】次いで、第1の実施形態の動作について説明する。図18は第1の実施形態の動作を示すフローチャートである。まず、被写体を撮影して単板CCD1において画像データS0を得る(ステップS1)。次いで、補間手段2のG補間手段3において、上記(1)の処理により所定方向におけるRまたはB画素位置におけるG信号QGが算出される(ステップS2)。そして、補間手段2において、算出する信号をR信号にセットし(ステップS3)、RB補間手段4においてR信号QR

が算出される(ステップS4)。

【0087】図19はステップS4の処理を示すフローチャートである。まず、上記処理1および2により信号値を算出し(ステップS11)、ステップS3および4により信号値を算出し(ステップS12)、処理5および6により信号値を算出する(ステップS13)。そして、変動値算出手段13において、上記式(23)、(24)等に示すように変動値SA、SBを算出する(ステップS14)。そして、変動値SA、SBは重み付け係数選択手段14に入力されて、ここで重み付け係数 $S_j$ が選択され、ステップS11、S12、S13の処理により算出された信号値が重み付け加算されて、R信号QRが算出される(ステップS15)。

【0088】図20はステップS15の処理を示すフローチャートである。なお、図20はビットシフトを用いての重み付け係数 $S_j$ の算出および重み付け加算の動作を示すものである。また、図20においては、R44画素位置におけるB(R44)信号の算出を表すものである。まず、変動値SA、SBの和が0であるか否かが判断される(ステップS21)。ステップS21が肯定されると、 $SA = SB = 0.5$ としてビットシフトを用いて、式(35)によりB(R44)信号が算出される(ステップS22)。

【0089】

$$B(R44) = (B(R44)A + B(R44)B + 1) \gg 1 \quad (35)$$

ステップS21が否定されると、 $SA \geq 7SB$ であるか否かが判断される(ステップS23)。ステップS23が肯定されると、変動値SA、SBの関係は図15の領域A5にあることから $S_j = 1$ とされ、下記の式(36)によりB(R44)信号が算出される(ステップS24)。

【0090】

$$B(R44) = B(R44)B \quad (36)$$

ステップS23が否定されると、 $3SA \geq 5SB$ であるか否かが判断される(ステップS25)。ステップS25が肯定されると、変動値SA、SBの関係は図15の領域A4にあることから $S_j = 0.75$ とされ、下記の式(37)によりB(R44)信号が算出される(ステップS26)。

【0091】

$$B(R44) = (B(R44)A + 3B(R44)B + 2) \gg 2 \quad (37)$$

ステップS25が否定されると、 $5SA \geq 3SB$ であるか否かが判断される(ステップS27)。ステップS27が肯定されると、変動値SA、SBの関係は図15の領域A3にあることから $S_j = 0.5$ とされ、式(35)によりB(R44)信号が算出される(ステップS28)。

【0092】ステップS27が否定されると、 $7SA \geq SB$ であるか否かが判断される(ステップS29)。ステップS29が肯定されると、変動値SA、SBの関係



は図15の領域A2にあることから $S_j = 0$ 、25とされ、下記の式(38)により $B(R44)$ 信号が算出される(ステップS30)。

【0093】

$$B(R44) = (3 \cdot B(R44)A + B(R44)B + 2) \gg 2 \quad (38)$$

そして、ステップS29が否定されると、変動値 $S_A$ 、 $S_B$ の関係は図15の領域A1にあることから $S_j = 0$ とされ、下記の式(39)により $B(R44)$ 信号が算出される(ステップS31)。

$$B(R44) = B(R44)A \quad (39)$$

図18に戻り、 $R$ 、 $B$ 全ての信号を算出したか否かが判断され(ステップS5)、ステップS5が否定された場合には、ステップS6において算出する信号を $B$ 信号にセットし、ステップS4に戻ってステップS4、S5の処理を繰り返して $B$ 信号 $Q_B$ が算出される。

【0095】ステップS5が肯定されると、空孔画素位置以外の全ての画素位置において $RGB$ 信号 $Q_R$ 、 $Q_G$ 、 $Q_B$ が算出されたとして、市松正方補間手段5において、各画素の信号値に対して図16あるいは図17に示す補間フィルタによる市松正方補間演算を行って、空孔画素位置における信号値を算出し(ステップS7)、処理を終了する。

【0096】そしてこれにより、図2(b)に示すハニカム配列による単板 $CCD1$ の空孔画素位置を含む全画素位置における $RGB$ 信号を得ることができ、全画素位置において $RGB$ 信号を有する補間済み画像データ $S1$ を得ることができる。

【0097】なお、図18に示すフローチャートのステップS3においては、算出する信号を $R$ 信号にセットしているが、先に $B$ 信号にセットしてもよい。この場合、ステップS5が否定されるとステップS6において、算出する信号が $B$ 信号から $R$ 信号に切り替えられることとなる。

【0098】このように、第1の実施形態によれば、重み付け係数 $S_j$ を算出する際に除算を行わないため、重み付け係数 $S_j$ の算出を行う回路の構成を簡易なものとし、その結果、本実施形態を実施するための装置の構成を簡易なものとし、とすることができるとも \*

$$Dat1 = |R44 - G33| + |R44 - G55| + |G35 - B24| + |G35 - B46| \quad (40)$$

$$Dat2 = |R44 - G33| + |R44 - G55| + |G53 - B42| + |G53 - B64| \quad (41)$$

$$Dat3 = |R44 - G35| + |R44 - G53| + |G33 - B24| + |G33 - B42| \quad (42)$$

$$Dat4 = |R44 - G35| + |R44 - G53| + |G55 - B46| + |G55 - B64| \quad (43)$$

ここで、式(40)は矢印A方向において、 $R44$ 画素位置の右上部分のエッジの色を判断するための判断値 $Dat1$ を算出するものであり、式(41)は矢印A方向において、 $R44$ 画素位置の左下部分のエッジの色を判断するための判断値 $Dat2$ を算出するものである。また、式(42)は矢印B方向において、 $R44$ 画素位置の左上部分のエッジの色を判断するための判断値 $Dat3$ を算出するものであり、式(43)は矢印B方向にお

\*に、演算時間も短縮することができる。また、ビットシフトを行うことにより、整数値にて演算を行うことができるため、演算を簡易に行って処理時間を短縮することができる。したがって、本発明を実施するための装置をデジタルカメラ等の撮像装置やスキャナ等の画像読取装置、あるいはプリンタ等に搭載することが容易となり、これにより高機能の装置を作成することができる。

【0099】なお、上記第1の実施形態においては、ビットシフトを用いて重み付け加算を行っているが、重み付け係数選択手段14において算出された重み付け係数 $S_j$ を用いて、ビットシフトを行うことなく、重み付け加算手段15において、上記式(33)に示す重み付け加算を行うようにしてもよい。

【0100】次いで、本発明の第2の実施形態について説明する。図21は本発明の第2の実施形態による画像処理装置の $R$ 補間手段の構成を示す概略ブロック図である。なお、図21において図5と同一の構成については同一の参照番号を付し、詳細な説明は省略する。第2の実施形態においては、信号値を推定する画素位置がグレーエッジにあるか色エッジにあるか否かを判定する判定手段10と、判定手段10における判定結果を表す判定情報Hに基づいて、矢印A方向および矢印B方向における信号値の変動量を表す値を変動値 $S_A$ 、 $S_B$ として算出する変動値算出手段23とを備えた点が第1の実施形態と異なるものである。

【0101】判定手段10は、以下のようにして信号値を推定する画素位置がグレーエッジにあるか色エッジにあるかを判定する。図22は赤( $R$ )および緑( $G$ )からなる色エッジの例を示す図、図23は白および黒からなるグレーエッジの例を示す図である。なお、図22、23においては、信号値が0の画素位置を白抜きで示し、それ以外の画素は信号値が255であるものとして説明する。また、ここでは $R44$ 画素位置での判定について説明する。まず、判定手段10は、下記の式(40)から(43)により、エッジの判断値 $Dat1 \sim Dat4$ を求める。

【0102】

いて、 $R44$ 画素位置の右下部分のエッジの色を判断するための判断値 $Dat4$ を算出するものである。

【0103】信号値を推定する画素位置がグレーエッジにある場合は、上記判断値 $Dat1 \sim Dat4$ のうちいずれか1つは必ず値が小さくなる。例えば、図23に示すグレーエッジの場合、上記式(40)～(43)において算出される判断値 $Dat1 \sim Dat4$ において、判断値 $Dat1$ および $Dat2$ が0となる。一方、信号値

を推定する画素位置が図22に示すような色エッジにある場合は、上記判断値Dat1～Dat4のいずれの値も大きくなる。したがって、判断値Dat1～Dat4の最小値Dminを予め定められた閾値Tと比較し、最小値Dminが閾値T以下である場合、すなわち、 $Dmin = \min(Dat1, Dat2, Dat3, Dat4) \leq T$  (44)である場合には、その画素位置をグレーエッジであると判定し、それ以外の場合、すなわち、 $Dmin = \min(Dat1, Dat2, Dat3, Dat4) > T$  (45)である場合には色エッジであると判定する。ここで、閾値Tの値としては、信号値が8ビットで表される場合128程度の値とする。そして、判定手段10はこの判定結果を判定情報Hとして変動値算出手段23に入力する。

【0104】変動値算出手段23においては、判定情報Hに基づいて以下のようにして、変動値SA、SBが算出される。まず、1および2の処理により算出された矢印A、B方向のR信号の重み付け係数を算出するための変動値SA、SBの算出について説明する。判定情報Hにより信号値を算出する画素位置が色エッジにあると判定された場合、矢印A方向についての変動値SAおよび矢印B方向についての変動値SBを下記の式(46)、(47)により算出する。なお、ここでは1および2の処理と同様に、図8に示すG33画素位置での信号値の変動値SA、SBを算出するものとする。

【0105】

$$SA = |R(G33)A - G33| / (R(G33)A + G33) \quad (46)$$

$$SB = |B(G33)B - G33| / (B(G33)B + G33) \quad (47)$$

一方、判定情報Hにより信号値を算出する画素位置がグレーエッジにあると判定された場合、第1の実施形態と同様に、変動値SAおよび変動値SBを、式(46)、(47)の分母を省略した式(23)、(24)により算出する。

【0106】

$$SA = |R(G33)A - G33| \quad (23)$$

$$SB = |B(G33)B - G33| \quad (24)$$

次に、3および4の処理により算出された矢印A、B方向のR信号の重み付け係数を算出するための変動値の算出について説明する。

【0107】まず、判定情報Hにより信号値を算出する画素位置が色エッジにあると判定された場合、矢印A方向についての変動値SAおよび矢印B方向についての変動値SBを下記の式(48)、(49)により算出する。なお、ここでは3および4の処理と同様に、図10\*

$$B(R44)A = G(R44)A + ((B(G35)A - G35) + (B(G53)A - G53)) / 2 \\ = 0 + ((2 - 0) + (255 - 255)) / 2 = 1$$

但し、 $G(R44)A = 0$ 、 $B(G35)A = 2$ 、 $B(G53)A = 255$ であり、これらの値の算出には、式(12)、(20)に示すような1次元Cubicスプライン補間演算を用いた。

【0114】また、矢印B方向について、下記の式(5

\*に示すG35画素位置での信号値の変動値を算出するものとする。

【0108】

$$SA = |B(G35)A - G35| / (B(G35)A + G35) \quad (48)$$

$$SB = |R(G35)B - G35| / (R(G35)B + G35) \quad (49)$$

一方、判定情報Hにより信号値を算出する画素位置がグレーエッジにあると判定された場合、変動値SAおよび変動値SBを式(48)、(49)の分母を省略した式(25)、(26)により算出する。

【0109】

$$SA = |B(G35)A - G35| \quad (25)$$

$$SB = |R(G35)B - G35| \quad (26)$$

次に、5および6の処理により算出された矢印A、B方向のR信号の重み付け係数を算出するための変動値の算出について説明する。

【0110】まず、判定情報Hにより信号値を算出する画素位置が色エッジにあると判定された場合、矢印A方向についての変動値SAおよび矢印B方向についての変動値SBを下記の式(50)、(51)により算出する。なお、ここでは5および6の処理と同様に、図12、図13に示すB24画素位置での信号値の変動値を算出するものとする。

【0111】

$$SA = |B24 - G(B24)A| / (B24 + G(B24)A) \quad (50)$$

$$SB = |B24 - G(B24)B| / (B24 + G(B24)B) \quad (51)$$

一方、判定情報Hにより信号値を算出する画素位置がグレーエッジにあると判定された場合、変動値SAおよび変動値SBを式(50)、(51)の分母を省略した式(27)、(28)により算出する。

【0112】

$$SA = |B24 - G(B24)A| \quad (27)$$

$$SB = |B24 - G(B24)B| \quad (28)$$

ここで、色エッジおよびグレーエッジの場合における変動値SA、SBの算出方法の差異について説明する。図24は変動値SA、SBの算出方法の差異を説明するための図である。図24に示す画素配列においては白(信号値が255)および黒(信号値が0または0に近い値)のグレーエッジが表されているものとする。なお、ここではR44画素におけるB(R44)信号の算出について説明する。まず、矢印A方向について、下記の式(52)によりR44画素位置のB(R44)A信号を求める。

【0113】

$$(52)$$

3)によりR44画素位置のB(R44)B信号を求める。

【0115】



出 (   
 【0   
 算出   
 れ (   
 が変   
 3に   
 ジに   
 よう   
 (ス   
 記式   
 の変   
 して   
 入   
 記憶   
 さを   
 出さ   
 れて   
 お、   
 す重   
 であ   
 【C   
 号位   
 ジに   
 jを   
 する   
 コ   
 た、   
 は、   
 とな   
 【(   
 に   
 た   
 必   
 理   
 た   
 配   
 を   
 ト   
 理   
 実   
 そ   
 メ   
 一   
 3   
 平   
 載   
 る   
 を   
 2   
 域   
 画

$$B(R44B)=G(R44)B+(B(G33)B-G33)+(B(G55)B-G55))/2 \\ =103+((105-0)+(105-0))/2=208$$

(53)

但し、 $G(R44)B \approx 103$ 、 $B(G33)B \approx 105$ 、 $B(G55)B \approx 105$ であり、これらの値の算出には、式(12)、(20)に示すような1次元Cubicスプライン補間演算を用いた。

\* A、S Bを求め、式(55)によりB(R44)AとB(R44)B信号とを重み付け加算するための重み付け係数S jを算出する。

【0116】そして、下記の式(54)により変動値S \* 【0117】

$$SA=|R44-G(R44)A|/(R44+G(R44)A)=|1-0|/(1+0)=1$$

$$SB=|R44-G(R44)B|/(R44+G(R44)B)=|1-103|/(1+103) \approx 0.98 \quad (54)$$

$$Sj=SA/(SA+SB)=1/(1+0.98) \approx 0.5 \quad (55)$$

このように重み付け係数S jが求められると、下記の式 10※【0118】

(56)によりB(R44)信号を算出する。 ※

$$B(R44)=(1-Sj)*B(R44)A+Sj*B(R44)B=0.5*1+0.5*208 \approx 105 \quad (56)$$

ここで、R44画素位置は黒いエッジ上にあるため、B(R44)信号の値は0に近い値であることが好ましい。

★示すように、重み付け係数S jが0に近い値となることがあるからである。

しかしながら、上記式(54)、(55)に示すように重み付け係数S jを算出して式(56)によりB(R44)信号の値を求めるとその値は105となるため、ここに偽色が発生することとなる。これは、矢印A方向において信号値の変動が少ないほど重み付け係数S jの値は0に近くなるが、信号値を算出する画素位置周辺の画素位置における信号値によっては、式(56)に★

【0119】一方、第2の実施形態においては、信号値を算出する画素位置がグレーエッジにある場合には、(54)において分母を省略して変動値S A、S Bを算出するものであり、R44画素位置においてそのよう変動値S A、S Bを算出すると、

$$SA=|R44-G(R44)A|=|1-0|=1$$

$$SB=|R44-G(R44)B|=|1-103|=102 \quad (57)$$

となり、重み付け係数S jは、

$$Sj=SA/(SA+SB)=1/(1+102) \approx 0.01 \quad (58)$$

となる。このように算出された重み付け係数S jにより☆

☆ B(R44)信号を算出すると、

$$B(R44)=(1-Sj)*B(R44)A+Sj*B(R44)B=0.99*1+0.01*208 \approx 2.99 \quad (59)$$

となる。これにより、B(R44)信号は0に近い値となり、その結果偽色を低減することができる。

なお、上記式(48)、(49)については、 $(B(G3+G35)*R(G35)B+G35)$ を乗算して、下記の式(48')、(49')により変動値S A、S Bを算出すればよい。

【0123】

$$SA=|B(G35)A-G35|*(R(G35)B+G35) \quad (48')$$

$$SB=|R(G35)B-G35|*(B(G35)A+G35) \quad (49')$$

また、上記式(50)、(51)については、 $(B24+(24)A)*(B24+G(B24)B)$ を乗算して、下記の式(50')、(51')により変動値S A、S Bを算出すればよい。

【0124】

$$SA=|B24-G(B24)A|*(B24+G(B24)B) \quad (50')$$

$$SB=|B24-G(B24)B|*(B24+G(B24)A) \quad (51')$$

【0120】一方、色エッジであると判定された場合に、式(57)により変動値S A、S Bを算出しても偽色を低減できるが、エッジ付近における細かな色味がなくなってしまうため、画像が不自然なものとなる。したがって、第2の実施形態においては、信号値を算出する画素位置がグレーエッジであるか色エッジであるかに応じて、変動値S A、S Bの算出方法を変更するようにしたものである。

【0121】なお、第2の実施形態においては、変動値算出手段23において、色エッジである場合の変動値S A、S Bの算出は、上記式(46)、(47)等により行っているが、これらの式においては除算が含まれるため、演算量を低減させるためには、除算を行わないことが好ましい。この場合、変動値S A、S Bの比率が変わらなければ重み付け係数S jの算出に支障はない。したがって、上記式(46)、(47)の場合、右辺に $(R(G33)A+G33)*(B(G33)B+G33)$ を乗算し、下記の式(46')、(47')により、変動値S A、S Bを算出することが好ましい。

【0122】

$$SA=|R(G33)A-G33|*(B(G33)B+G33) \quad (46')$$

$$SB=|B(G33)B-G33|*(R(G33)A+G33) \quad (47')$$

40 次いで、第2の実施形態の動作について説明する。なお、第2の実施形態の動作は基本的には図18に示す1の実施形態の動作と同一であり、図18におけるステップS4における処理のみが異なるものであるため、ここではステップS4における信号算出処理についての説明する。図25は第2の実施形態における信号算出処理の動作を示すフローチャートである。まず、第1の実施形態と同様に処理1および2による信号値の算出(ステップS41)、処理3および4による信号値の算出(ステップS42)、処理5および6による信号値の

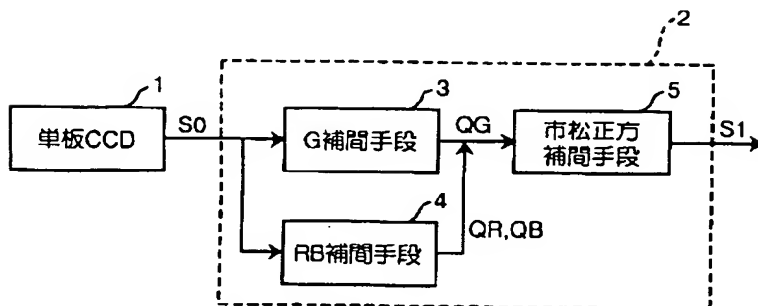
【図7】信号値の算出を説明するための図（その1）  
 【図8】信号値の算出を説明するための図（その2）  
 【図9】信号値の算出を説明するための図（その3）  
 【図10】信号値の算出を説明するための図（その4）  
 【図11】信号値の算出を説明するための図（その5）  
 【図12】信号値の算出を説明するための図（その6）  
 【図13】信号値の算出を説明するための図（その7）  
 【図14】変動値S<sub>A</sub>、S<sub>B</sub>と重み付け係数S<sub>j</sub>との関係を示す図

【図15】第1の実施形態の処理を説明するための図  
 【図16】市松正方フィルタの例を示す図（その1）  
 【図17】市松正方フィルタの例を示す図（その2）  
 【図18】第1の実施形態の動作を示すフローチャート  
 【図19】信号算出処理の動作を示すフローチャート  
 【図20】ビットシフトを用いた重み付け加算処理の動作を示すフローチャート

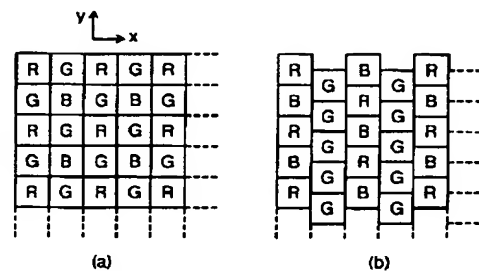
【図21】本発明の第2の実施形態による画像処理装置におけるR<sub>B</sub>補間手段の構成を示す概略ブロック図  
 【図22】赤（R）および緑（G）からなる色エッジの例を示す図

【図23】グレーエッジの例を示す図  
 【図24】変動値S<sub>A</sub>、S<sub>B</sub>の算出方法の差異を説明するための図  
 【図25】第2の実施形態における信号算出処理の動作を示すフローチャート  
 【図26】ハニカム配列の単板CCDを用いたデジタル\*

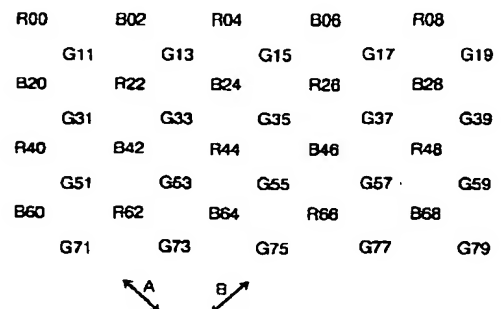
【図1】



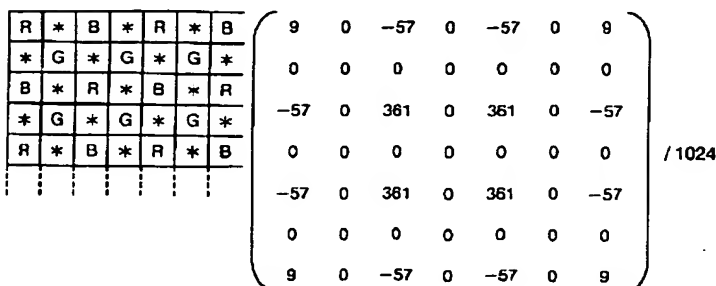
【図2】



【図4】

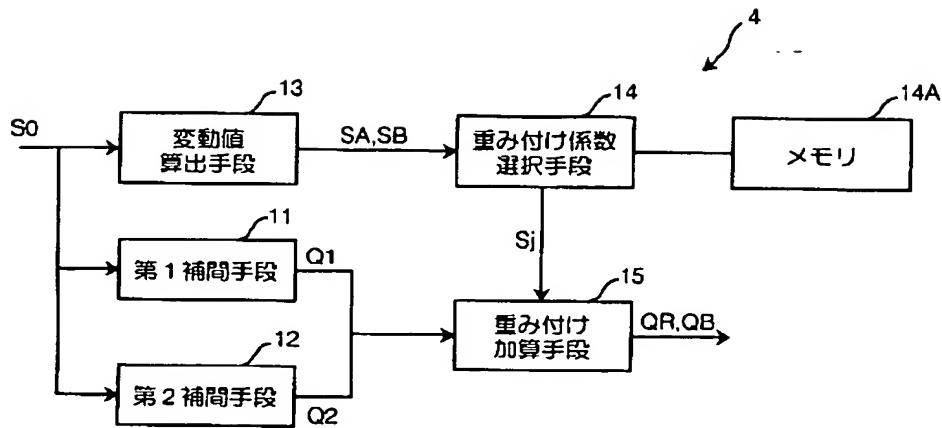


【図3】



【図6】

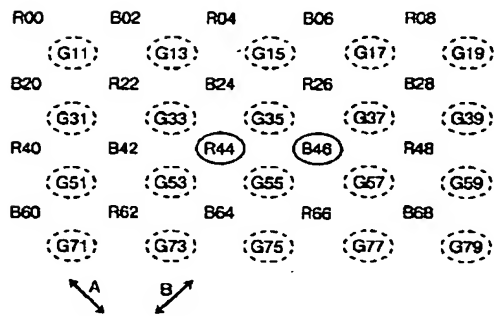
【図5】



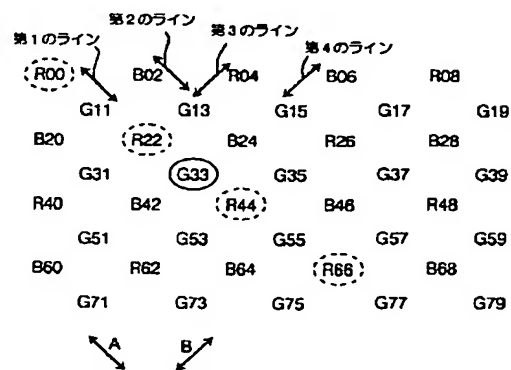
【図16】

$$\begin{array}{c} 1/4 \\ 1/4 * 1/4 \\ 1/4 \end{array}$$

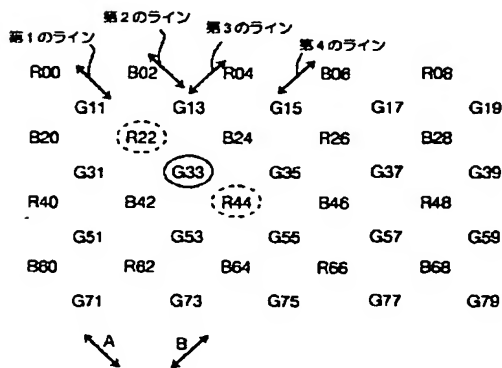
【図7】



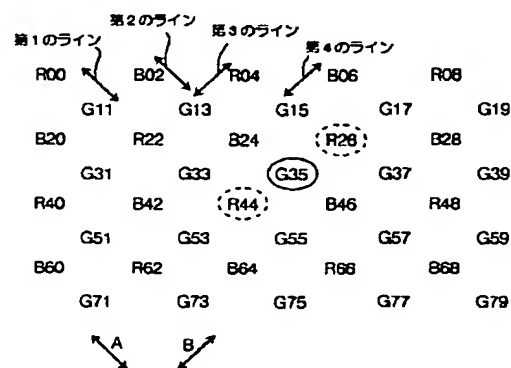
【図8】



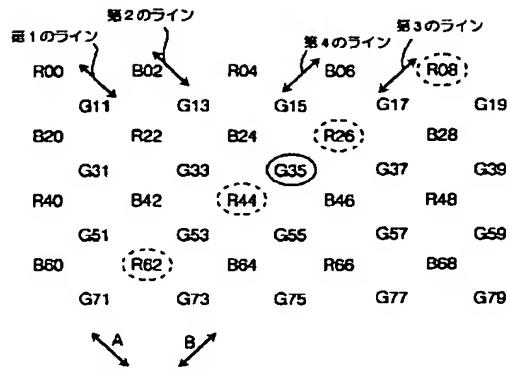
【図9】



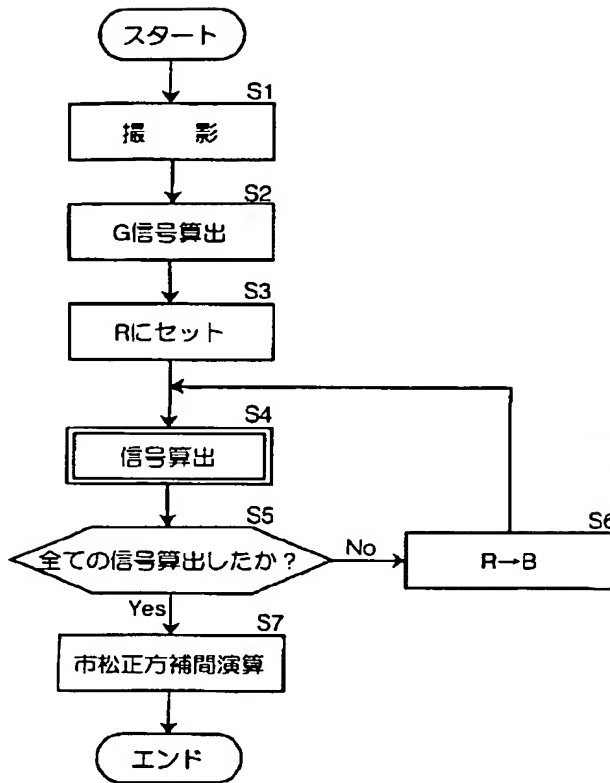
【図10】



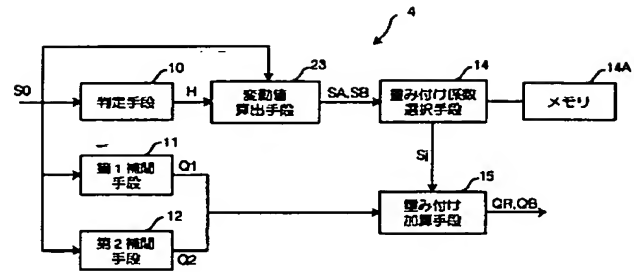
【図11】



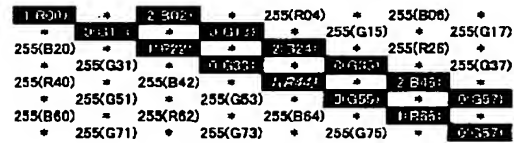
【図18】



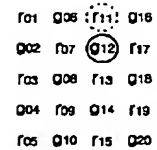
【図21】



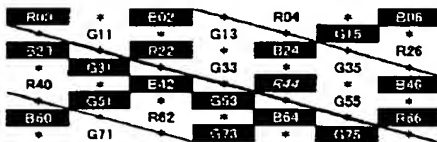
【図24】



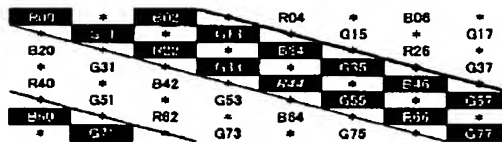
【図32】



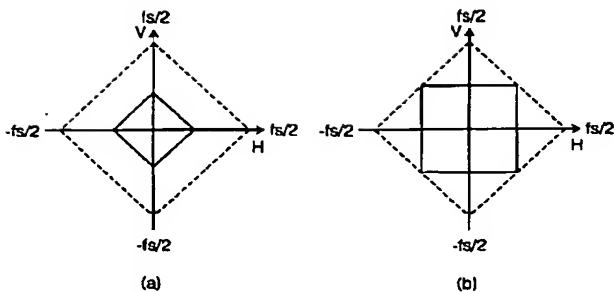
【図22】



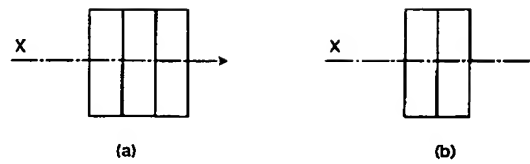
【図23】



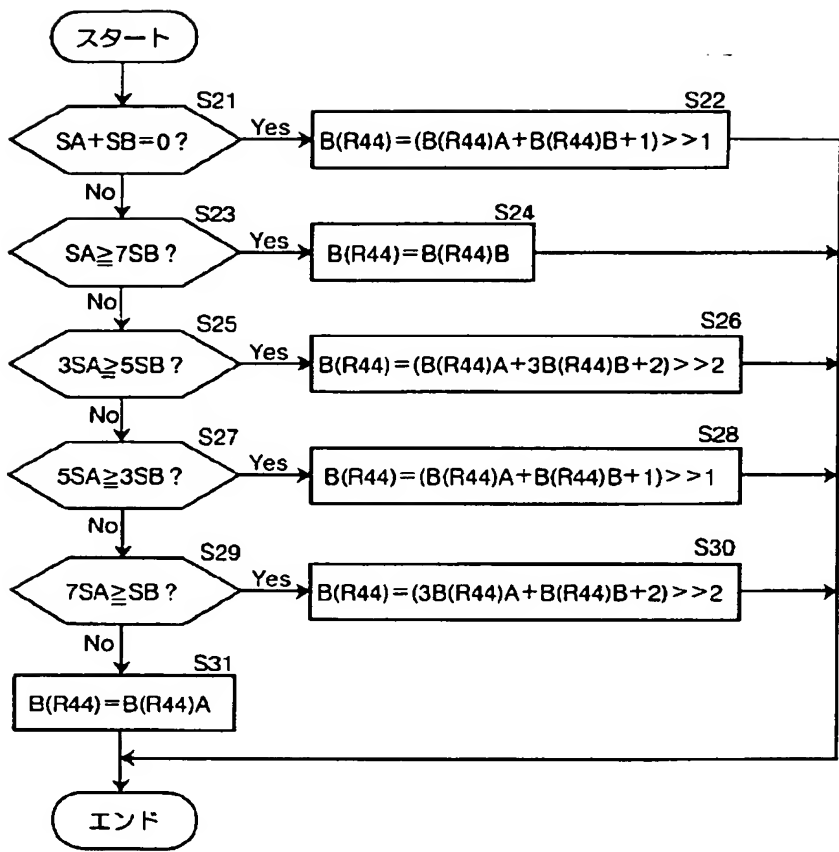
【図27】



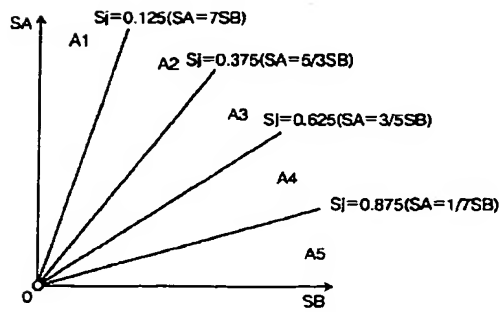
【図28】



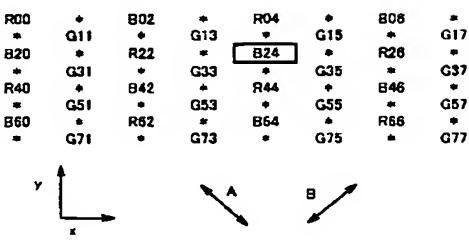
【図20】



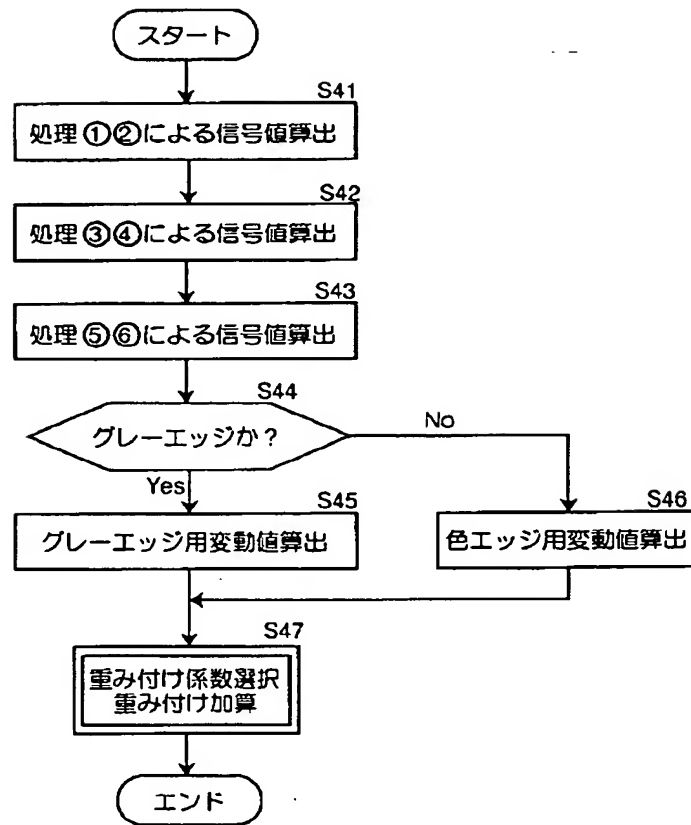
【図29】



【図33】



【図25】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 BA02 BA13 BA29 CA16 CB16  
CD06 CE06 CE16 DC16  
5C065 AA01 BB13 BB48 CC01 DD02  
DD17 GG13 GG21 GG22 GG23  
GG29  
5C079 HB01 JA23 LA17 LA24 LA28  
LA31 MA01 MA11 NA09 NA27